

\Wilson Gustavo Pierdoná

Estudo da Compatibilidade de Projetos em duas Obras Públicas

Trabalho apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Wellington L. Repette, Dr.

Florianópolis
2014

Pierdoná, Vilson Gustavo

O Estudo da Compatibilidade de Projetos em duas Obras
Públicas / Vilson Gustavo Pierdoná ; orientador,
Wellington L. Repette - Florianópolis, SC, 2014.
142 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.
Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Compatibilização de Projetos. I.
, Wellington L. Repette. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

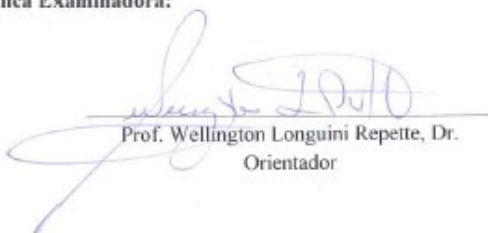
Vilson Gustavo Pierdoná

Estudo da Compatibilidade de Projetos em duas Obras Públicas

Esta monografia foi julgada adequada para obtenção do Título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Programa de Graduação Engenharia Civil.

Florianópolis, 23 de julho de 2014.

Banca Examinadora:



Prof. Wellington Longuini Repette, Dr.
Orientador

Prof. Ivo José Padaratz, Dr.

Prof. Luis Alberto Gomez , Dr.

Dedico esse trabalho aos meus pais
Vilson e Ana, e à minha namorada
Karoliny pelo apoio.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu coragem nas horas mais difíceis, para enfrentar mais esta jornada.

Aos meus pais Vilson José Pierdoná e Ana Antunes dos Santos Pierdoná, por todo amor e carinho passado na vida e principalmente neste momento.

À minha namorada KarolinyGrazieliSiegel Martins, pelo amor e companheirismo em todas as horas de estudo.

Ao Professor orientador, Dr. Wellington L. Repette, pela dedicação na elaboração do trabalho e oportunidade de conhecimento.

Aos meus avós Gregório e Dileta, *ein memoriam* Adão e Eugenia, pelo carinho e incentivo desde criança ao estudo.

E a todos os professores da Universidade Federal de Santa Catarina, pelo conhecimento passado nesses anos.

RESUMO

Um dos problemas que assolam o Brasil é o crescimento desordenado das cidades. O ramo da construção civil, no subsetor de edificações, encontra-se aquecido e com isso verificam-se todos os dias inúmeras obras sendo iniciadas. Pode-se relacionar este crescimento ao incentivo que o governo vem dando ao crédito e, com isso, as construtoras estão visando construir mais em pouco tempo.

Todavia, essa pressa para a entrega de imóveis faz com que etapas importantes deixem de ser detalhadas. A compatibilização de projetos é uma delas. Sabe-se que a maioria das empresas não opta por esta prática, mas a cada dia se intensifica a ocorrência de demolições e reconstruções devido à falta de compatibilidade em obra. A falta de um responsável pelo gerenciamento dos projetos e que possa integrar os profissionais da área aumenta ainda mais a dificuldade.

Como se sabe, as mudanças e inovações demoram a ser aceitas. Entretanto, nota-se uma iniciativa dos empresários da construção civil para a área de compatibilização, para que a qualidade de seus empreendimentos não esteja relacionada apenas aos insumos e localização, mas também na maneira que se constrói. E, para que se possa tirar do papel estes projetos e transformar estas ideias em algo concreto, deve-se tê-las bem organizadas.

Este trabalho realiza um estudo de caso referente à compatibilização de projetos em duas Obras Públicas, ambas situadas na grande Florianópolis. Será utilizado software Autocad 2D para a sobreposição dos projetos Arquitetônicos, Estruturais, Hidrossanitários e Elétricos. Da confrontação desses elementos, será realizada uma análise revelando as incompatibilidades bem como sugestões para possíveis soluções.

Palavras-chave: Projetos, Compatibilização, Construção Civil.

Lista de Figuras

Figura 2-1 - Origem das patologias em edifícios	30
Figura 2-2 - Ciclo de vida do Projeto	31
Figura 2-3 - Projeção de Maior Investimento no Projeto x Prática Corrente.....	35
Figura 3-1 – Projeção Horizontal x Projeção Vertical.	38
Figura 3-2–Influência no tempo de decisão do projeto	40
Figura 3-3 – Projeto Tradicional: usa-se uma sequência no projetar, sendo que um projetista não interage com o outro.	41
Figura 3-4 – Metodologia da Engenharia Simultânea.	42
Figura 3-5- Fases da Plataforma CAD	45
Figura 4-1 - Tubulação passando pelo meio de porta.....	49
Figura 4-2 - Interferência entre Projeto Arquitetônico e Elétrico	50
Figura 4-3 - Corte em viga para instalação de porta.	50
Figura 4-4 - Tubulação atravessando bloco de fundação.	51
Figura 4-5- Exemplo de Compatibilização 2D.....	53
Figura 4-6 - Exemplo de Compatibilização 3D.....	53
Figura 5-1 - Fluxograma de procedimentos para contratação indireta de obra pública	60
Figura 6-1 Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 1, (caso A).....	70
Figura 6-2- Deslocamento da janela e criação da nova esquadria....	71
Figura 6-3 Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe2, (caso A).....	71
Figura 6-4 - Execução de corrimão em pilar da escada.....	72
Figura 6-5 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 3, (caso A).....	73
Figura 6-6- Guarda corpo e impossibilidade de corrimão em pilar..	73
Figura 6-7 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 4, (caso A).....	74
Figura 6-8 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 5, (caso A).....	75

Figura 6-9 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 6, (caso A)	76
Figura 6-10 - Redução da janela e execução requadro do pilar.	77
Figura 6-11 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 7, (caso A)	77
Figura 6-12 - Requadro pilar 29 e redução da esquadria shaft.	78
Figura 6-13 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 8, (caso A)	79
Figura 6-14 - Pilar 24 executado no meio do ambiente.	79
Figura 6-15 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 9, (caso A)	80
Figura 6-16 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 10, (caso A)	81
Figura 6-17 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 11, (caso A)	82
Figura 6-18 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 18, (caso A)	83
Figura 6-19 - Detalhe dos perfis metálicos para sustentação dos ganchos do elevador.	84
Figura 6-20 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 13, (caso A)	85
Figura 6-21- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe 1 , (caso A).	87
Figura 6-22- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário , (caso A)	88
Figura 6-23- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe 2 (caso A).	89
Figura 6-24- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe 3 , (caso A).	90
Figura 6-25- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, (caso A)	90
Figura 6-26 - Mocheta para esconder tubulações.	91

Figura 6-27- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe 4 , (caso A).	92
Figura 6-28- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe 5 (caso A).	93
Figura 6-29- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, (caso A).....	94
Figura 6-30- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe 8 , (caso A).	95
Figura 6-31- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, (caso A).....	96
Figura 6-32- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 1 (caso A).	98
Figura 6-33-Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 2, (caso A).	99
Figura 6-34-Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 3, (caso A).	100
Figura 6-35-Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 5 (caso A).	101
Figura 6-36-Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 7, (caso A).	102
Figura 6-37 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 1(caso B).	104
Figura 6-38 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 2(caso B).	105
Figura 6-39 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 3(caso B).	106
Figura 6-40- - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 4(caso B).	107
Figura 6-41- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhes 5,6,7,8,9(caso B).	108
Figura 6-42- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 10 e 11(caso B).	109

Figura 6-43- - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 12(caso B).	110
Figura 6-44- - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 13(caso B).	111
Figura 6-45- - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, (caso B).....	112
Figura 6-46- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 14 e 15(caso B).	113
Figura 6-47- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 16(caso B).	114
Figura 6-48- - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 17(caso B).	115
Figura 6-49 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe1, (caso B).....	117
Figura 6-50 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe2 (caso B).....	118
Figura 6-51 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe3, (caso B).....	119
Figura 6-52 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe4, (caso B).....	119
Figura 6-53 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe5, (caso B).....	120
Figura 6-54 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, (caso B).	121
Figura 6-55 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário (caso B).	122
Figura 6-56 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 1,(caso B).....	123
Figura 6-57 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 2,(caso B).....	124
Figura 6-58 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 3,(caso B).....	125

Figura 6-59 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 4 (caso B).	126
Figura 6-60 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 5 (caso B).	127
Figura 6-61 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 6,(caso B).	128

Lista de Quadros

Tabela 2 Resumo das Incompatibilidades Projeto Arquitetônico x Estrutural..	86
Tabela 3 - Resumo das Incompatibilidades Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário.....	97
Tabela 4 - Resumo das Incompatibilidades Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico.	103
Tabela 5 - Resumo das Incompatibilidades Projeto Arquitetônico x Estrutural	116
Tabela 6 - Resumo das Incompatibilidades Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário.....	122
Tabela 7 - Resumo das Incompatibilidades Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico.	129

Lista de Abreviatura

BIM – BuildingInformationModeling

CAD – Computer Aided Design

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil

TI – Tecnologia da Informação

RDC – Regime Diferencial de Contratação

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	25
1.1 JUSTIFICATIVA.....	25
1.2 OBJETIVOS	26
1.2.1 Objetivo Geral	26
1.2.2 Objetivos Específicos	26
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	27
1.4 METODOLOGIA	28
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	28
2.1 CONCEITUAÇÕES DE PROJETO	28
2.2 ETAPAS CONSTITUINTES DO PROJETO	29
2.3 A QUALIDADE DO PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	34
3 ENGENHARIA SIMULTÂNEA: NOVO SETOR PARA COORDENAÇÃO DE PROJETOS.....	37
3.1 ORIGENS E CONCEITOS.....	37
3.2 PROJETO TRADICIONAL X PROJETO SIMULTÂNEO	40
3.3 ENGENHARIA SIMULTÂNEA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	42
3.4 TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS NA ENGENHARIA SIMULTÂNEA.....	44
3.4.1 Plataforma CAD	44
4 COMPATIBILIZAÇÃO.....	47

4.1	SOBRE COMPATIBILIZAÇÃO E O PAPEL DO COMPATIBILIZADOR	47
4.2	PROBLEMAS DA INCOMPATIBILIDADE	48
4.3	COORDENAÇÃO DE PROJETOS E O PAPEL DO COORDENADOR	51
5	PROJETOS E EXECUÇÃO EM OBRAS PÚBLICAS	57
5.1	DEFINIÇÕES DE OBRA PÚBLICA E REGIMES DE CONTRATAÇÃO	57
5.2	PROCESSO DE PROJETO EM OBRA PÚBLICA	59
5.2.1	Fase Preliminar à Licitação	60
5.2.2	Fase Interna da Licitação	61
5.2.3	Fase externa a licitação	63
5.2.4	Fase Contratual	63
5.2.5	Fase Posterior à Contratação	63
5.3	REGIME DIFERENCIADO DE CONTRATAÇÃO ..	64
6	ESTUDOS DE CASO	69
6.1	CASO A	69
6.1.1	Dados da Obra	69
6.1.2	Compatibilização do Projeto Arquitetônico x Estrutural	69
6.1.3	Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário	86
6.1.4	Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico	98
6.2	CASO B	103

6.2.1	Dados da Obra	103
6.2.2	Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural	104
6.2.3	Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário	117
6.2.4	Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico	123
6.3	ANÁLISE DOS CASOS	130
7	CONCLUSÕES	133
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

O êxodo rural existente ainda hoje no Brasil, iniciado nos séculos XIX e XX, oportunidade em que inúmeras famílias migraram a centros urbanos a fim de encontrar melhores condições de vidas, proporcionou um crescimento desordenado das cidades. O crescimento econômico vivenciado pelo país nos últimos anos, alavancado principalmente pela construção civil, gerou uma explosão de novos empreendimentos, notadamente pelas políticas governamentais, tais como o PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), Minha Casa Minha Vida, além do incentivo ao crédito, dentre outras.

A concorrência acirrada entre as empresas do ramo fez com que a velocidade de execução passasse a ser um ponto primordial no mercado imobiliário, muitas vezes deixando-se de lado a qualidade dos empreendimentos entregues. Todavia, sabe-se que a qualidade da obra está vinculada ao tipo de material nela empregado, a mão de obra que será responsável pela execução, mas também ao projeto, que ao final da execução da obra pode causar satisfação ou frustração aos empresários, futuros moradores ou frequentadores do local.

Segundo JÔ (1993 *apud* ROMANO, 2003), os projetos são responsáveis por 5% (cinco por cento) dos custos totais de um empreendimento e 40% dos problemas relacionados à qualidade de uma obra estão vinculados a um projeto mal elaborado. Mas mesmo sendo uma parcela pequena em relação ao montante final dos custos de uma obra, ainda existem inúmeras empresas que veem projetos, e compatibilização destes, apenas como ônus.

A ocorrência de demolições ou atraso em obras por falta de compatibilidade de projetos ainda ocorre com frequência. A falta de alguém capaz de gerenciar e harmonizar os projetos, integrando-os, e posteriormente os repassando aos profissionais respectivos para a concretização da obra, aumenta ainda mais a dificuldade.

A dificuldade de tolerar as mudanças e inovações é característica da cultura do país, como sabido. Entretanto, atualmente há uma tendência dos empresários da construção civil em realizar a compatibilização de projetos, tema deste trabalho, buscando qualidade em seus empreendimentos, preocupando-se não apenas quanto aos insumos e localização, mas também na maneira como se constrói. Para que se possa idealizar esses projetos, deve-se atentar para a sua organização.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar possíveis incompatibilidades entre projetos arquitetônicos e seus complementares em duas Obras Públicas, relatando causas e sugestões para sua correção.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para se alcançar os resultados esperados, os objetivos específicos foram:

- Levantar pontos de interferência entre os projetos arquitetônicos e seus complementares, com ajuda de softwares 2D.
- Verificar as medidas tomadas pelas empresas responsáveis pela execução, diante das interferências.
- Estabelecer quadro resumo entre os itens acima.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente monografia está dividida em sete capítulos.

O primeiro capítulo é composto pela Introdução, em que são abordadas as justificativas acerca do tema, os objetivos esperados, a estrutura do trabalho e a metodologia empregada na monografia.

O segundo capítulo apresenta a Revisão Bibliográfica, apresentando-se conceitos, etapas e qualidades referentes ao projeto na construção civil.

A Engenharia Simultânea foi objeto do terceiro capítulo, mostrando-se suas origens e conceitos bem como as diferenças entre projeto tradicional e simultâneo. Ainda, foi verificado o uso da Engenharia Simultânea na construção civil, dando ênfase a modelos computacionais.

Já no quarto capítulo, a Compatibilização é apresentada, relatando os conceitos, os deveres do compatibilizador e coordenador de projetos, mostrando-se situações nas quais houve incompatibilidade de projetos.

O quinto capítulo visou descrever Projetos e Execução de Obras Públicas, relatando definições e regimes de contratações, etapas de projeto de obra pública.

Os Estudos de Caso são objeto do sexto capítulo, subdividido em caso A e B. Nele são ilustrados, através de figuras, as incompatibilidades de cada obra, referentes aos projetos Arquitetônico, Estrutural, Hidrossanitário e Elétrico, mencionando-se possíveis soluções utilizadas ou que seriam oportunas.

O sétimo capítulo aborda a Conclusão sobre o trabalho e traz possíveis opiniões a respeito da compatibilidade de projetos.

1.4 METODOLOGIA

Esta monografia foi elaborada com análise de projetos de duas obras públicas situadas na Grande Florianópolis. Para que sejam preservados os locais de pesquisa, as obras serão denominadas “A” e “B”. Ressalta-se que ambas sofreram mudanças em seus projetos no decorrer da execução, o que trouxe dificuldades na análise dos projetos.

No caso “A”, a obra se encontra em fase de acabamento. Durante a execução, a obra passou por mudanças nos projetos licitados face a alterações no uso final da obra. Em decorrência da dificuldade de se conseguir os projetos complementares finais, foi executada uma compatibilização sobre os projetos licitados, confrontando os pontos com incompatibilidade, o que se demonstrou por meio de fotos dos ambientes que não sofreram alterações arquitetônicas, mas que ainda assim possuíam incompatibilidade em seus projetos.

No caso “B”, a edificação também passou por mudanças de finalidade. A obra está na fase de conclusão da estrutura de concreto armado e execução da alvenaria na parte externa do pavimento térreo. Serão realizadas alterações em alguns pontos internos devido à mudança de finalidade do empreendimento e incompatibilidade de projeto.

Os estudos de casos acima narrados foram realizados pela sobreposição de projetos em 2D, a saber: Arquitetônico x Estrutural, Arquitetônico x Estrutural x Elétrico e Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário. Os arquivos se encontravam em formatos DWG, e o software utilizado foi AUTOCAD 2012. Destacaram-se, por fim, os pontos de incompatibilidade dos projetos, além de serem feitas algumas sugestões para resolução dos problemas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONCEITUAÇÕES DE PROJETO

Segundo Ávila (2011), independente do empreendimento que será construído – de pequeno ou grande porte – os empreendedores visam maximizar os lucros e com isso diminuir o tempo de execução de obras. Tal fato se dá depois de levantada a necessidade e demanda para o empreendimento. Para que seja possível a execução, é de fundamental importância a realização de projetos para que se tenha um sequência de ideias e etapas a serem seguidas.

Com isso, a seguir apresenta-se um breve relato de alguns autores a respeito do significado da palavra projeto. Segundo Fiergs e Ciergs (1999) projetar não está vinculado a uma única situação ou fase do empreendimento, mas um todo, desde o início da necessidade que foi levantada pelo empreendedor até o pós-construção.

De acordo com a NBR 5674 (1997), “projeto é descrição gráfica e escrita das características de um serviço ou obra de Engenharia ou de Arquitetura, definindo seus atributos técnicos, econômicos, financeiros e legais”. Já para Valeriano (1998 *apud* SOUZA, 2010) seria uma forma organizada de executar algo num determinado tempo estabelecido, que para se chegar ao produto final é necessária uma sinergia entre recursos humanos, financeiros, compra de insumos e gerenciamentos desses grupos.

São atividades relacionadas e executadas de maneira organizada para que se tenha um produto final já definido anteriormente, necessitando ainda um tempo para que essas ações sejam colocadas em prática (PERALTA, 2002). Para Casarotto *et al* (1999 *apud* PERALTA 2002), não existe apenas um significado para projeto, mas algo que esteja ligado a um desenho de engenharia, especificações e maneiras de se executar algo.

2.2 ETAPAS CONSTITUINTES DO PROJETO

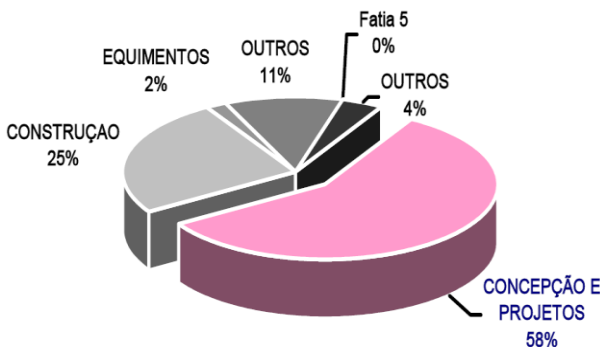
Para que se possa ter sequência nas ideias estabelecidas, a fim de se chegar a um produto de qualidade no final do empreendimento, deve-se seguir uma ordem na execução do projeto.

Diversos autores subdividem as etapas de um projeto. Porém, não existe uma padronização nessas divisões, tornando amplas as maneiras de fracionar essas etapas.

Segundo Melhado (1994), o processo para execução de um projeto passa por várias fases, de maneira progressiva. Inicialmente se tem uma maior flexibilidade nas escolhas e, com o decorrer das etapas de um projeto, priorizam-se os detalhamentos destas.

Assim, as decisões referentes às mudanças no projeto, tanto no tocante aos materiais utilizados quanto à forma de produção, devem ser tomadas já no início da obra, o mais cedo possível, pois são os maiores causadores de erros e reconstruções que se têm, com isso criando na maioria das vezes um produto final de baixa qualidade (FONTENELLE; MELHADO 2000). Ainda, Melhado (1995) menciona que grande parte das patologias encontradas na construção estão relacionadas ao pouco tempo dedicado ao projeto, a desenvolver projetos falhos ou incompletos.

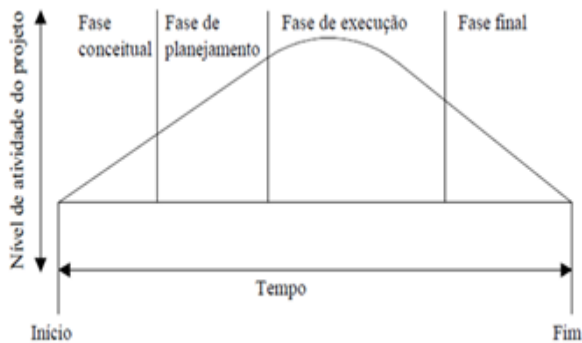
Figura 2-1 - Origem das patologias em edifícios



Fonte: Melhado (1995).

Para Dinsmore (1992 *apud* PETRUCCI 2003), o projeto é formado por quatro fases: conceitual, planejamento, execução e final, razão por que as nomina de “Ciclo de vida do projeto”. O autor ainda menciona que o tempo levado para o desenvolvimento do projeto afeta sensivelmente seu nível de atividade, conforme visto na figura 2.

Figura 2-2 - Ciclo de vida do Projeto



Fonte: Dinsmore (1992 apud PETRUCCI 2003).

A seguir serão detalhadas as fases de um projeto e seus respectivos responsáveis, segundo a NBR 12722 (1992 *apud* VANNI, 1999).

- a) **Levantamento das informações e dos dados:** aferição das condições existentes e das necessidades do cliente, direcionando-se o produto final.
Responsabilidade: cliente junto com o escritório de arquitetura.

- b) **Programa de Necessidades:** averiguações junto ao cliente acerca das necessidades bem como as expectativas a serem atingidas ao final da obra, tanto nos aspectos qualitativos quanto quantitativos.
Responsabilidade: o cliente indica suas necessidades e as ideias são organizadas pelo Arquiteto.

- c) **Estudo de Viabilidade:** é realizada uma análise técnica, legal e econômica a respeito dos projetos, verificando-se com o cliente se suas necessidades estão de acordo com a legislação vigente, investimentos a serem custeados e área a ser construída.

Responsabilidade: nesta fase exige-se um relacionamento entre os projetistas, clientes, construtores e possíveis incorporadores.

- d) **Estudo Preliminar:** apresenta a solução arquitetônica adotada, como o número de pavimentos da edificação, implantação adotada devido às necessidades do cliente, mas sem detalhamento definitivo.

Responsabilidade: arquiteto, podendo sofrer alguma alteração pelo cliente.

- e) **Anteprojeto:** é desenvolvido a partir dos estudos preliminares aprovados pelo cliente, após adotada a solução arquitetônica final. Nesta etapa são apresentadas as especificações técnicas e a parte gráfica, não se levando em conta escalas. Porém, são indicadas formas construtivas e pré-dimensionamento de alguns projetos a fim de levantar custos da obra.

Responsabilidade: arquiteto, o cliente pode interferir no projeto assim como os demais projetistas, além do coordenador de projetos.

- f) **Projeto Legal:** com o projeto arquitetônico contendo todas as exigências e necessidades do cliente, os projetos são submetidos aos órgãos públicos competentes, visando adquirir as respectivas licenças e alvarás para a construção do empreendimento.

Responsabilidade: escritório de arquitetura reúne os projetos complementares oriundos de outros projetistas e os encaminha aos órgãos competentes.

- g) **Projeto Executivo:** constitui a representação final, contendo todas as informações para a execução da obra, incluindo a compatibilização dos projetos complementares, as medidas em suas escalas convenientes, informações detalhadas para orçamento de materiais e mão de obra.

Responsabilidade: escritório de arquitetura e os projetistas complementares e seu coordenador de projetos.

- h) **Detalhes Construtivos:** são desenhos complementares em escalas apropriadas a fim de ilustrar detalhes do projeto executivo.

Responsabilidade: projetistas responsáveis pelos projetos arquitetônicos e complementares.

- i) **Projeto para produção:** auxilia no planejamento e na construção do empreendimento, visando obter, com isso, um controle de tempo dos materiais ou equipamentos que serão usados, frentes de trabalhos a serem seguidas ou atraso em atividades a serem executadas.

Responsabilidade: arquiteto, projetistas dos complementares e coordenador de produção.

- j) **Caderno de Especificações / Memorial Descritivo:** parte escrita do projeto em que será detalhado o tipo de material a ser empregado e respectivo local, cores, tipos de esquadrias, tipo de revestimento, etc.

Responsabilidade: profissionais qualificados para a função.

k) **Projeto as Built:** é o projeto que traduz a execução em obra, as mudanças que ocorreram em relação à obra projetada e a executada; muito usado para manutenções futuras.

Responsabilidade: engenheiros que executaram a obra.

2.3 A QUALIDADE DO PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

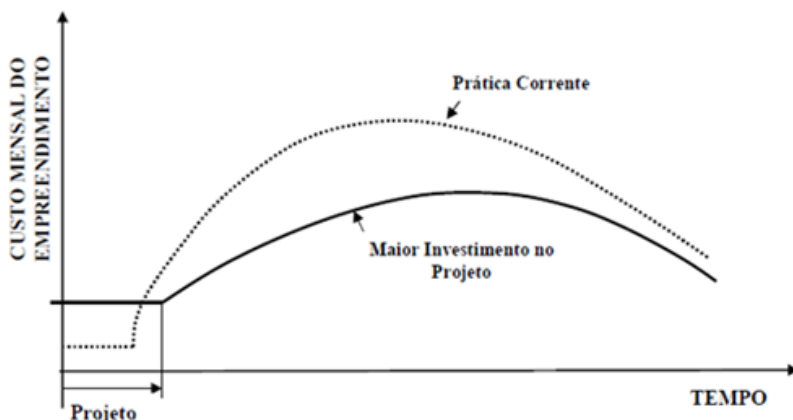
Segundo Melhado e Agopyan (1995), os representantes das empresas costumam enxergar os projetos apenas como um ônus no montante do empreendimento, o que é agravado pelo fato de os valores serem dispendidos ainda no início da obra, momento em que estes geralmente são escassos.

Melhado (1994) ainda evidencia que no Brasil o projeto não tem o tempo necessário para ser elaborado como em países desenvolvidos, onde o tempo para a elaboração do projeto se iguala ao de execução. Como sabido, nas etapas iniciais é mais econômico executar mudanças, pois, com o passar do tempo, a necessidade de intervenções no projeto tornam os custos mais elevados.

Os problemas relacionados acima, apesar de serem citados na década de 90, ainda hoje podem ser vistos nos escritórios de projetos.

Melhado (1994) salienta que quanto maior o capital investido na etapa de projeto menor será o custo de execução. Isso pode ser notado na figura 2-3.

Figura 2-3- Projeção de Maior Investimento no Projeto x Prática Corrente.



Fonte: Melhado (2005).

Segundo Novaes (1996) *apud* Silva (2005), a interação entre projetistas e construtores visa criar um produto de qualidade que atenda a necessidade do investidor, bem desempenhando a função a que foram contratados.

Vargas (2008) relata que o Brasil passa por um momento econômico positivo e, por conta disso, houve uma modernização no setor da construção civil, incentivado pelo crédito posto pelo governo.

Com isso, o mercado consumidor cresceu e fez com que as empresas do ramo passassem a aperfeiçoar os seus programas de construção. Entretanto, Romano (2003) alerta acerca da atual tendência das empresas de terceirizarem a execução das obras, o que com frequência não é levado ao conhecimento dos clientes.

Romano (2003) ainda discorre que a construção civil, mesmo sendo umas das indústrias mais relevantes do país, pois emprega um número alto de funcionários e cria um produto imprescindível para a população, é rotulada como um setor avesso a mudanças e estagnada no tempo. Ainda que a construção civil tenha obtido uma melhora nas

condições de mão de obra, ainda possui-se um grande atraso tecnológico.

Alguns motivos para a ocorrência destes fatos são expostos abaixo:

- As empresas têm seus setores nos mesmos moldes que no passado, sem reestruturar-se, a fim de qualificar seus funcionários a novas tecnologias criadas;
- Sistema de gestão desatualizado não coerente com a necessidade atual;
- Não incentivam os colaboradores a se especializar através de programas educacionais, pois os chefes por muitas vezes não dominam seu próprio negócio;
- Ausência de planejamento, realizando o serviço de maneira imediata;
- Inocorrência do hábito de trabalho conjunto e harmonizado entre projetistas e construtores, em busca de soluções inovadoras que sejam financeiramente lucrativas para o sistema.

Por fim, Cunto (2006) enfatiza que parte das construtoras vem buscando melhorias nas etapas de construção e realizando programas de qualidades para que seja possível introduzir um padrão de produção cada vez melhor atendendo assim a demanda e a qualidade esperada pelos clientes.

3 ENGENHARIA SIMULTÂNEA: NOVO SETOR PARACOORDENAÇÃO DE PROJETOS

3.1 ORIGENS E CONCEITOS

Com o advento da produção industrial, já no início do século XX Taylor e Ford destacaram-se por inovar as maneiras de se pensar a respeito da produção e conceitos utilizados até então com a criação da produção em massa. Essa produção ligava-se a linha de montagem, com isso criando uma divisão no trabalho (CLETO, 2002).

O paradigma que se estabelece taylorista-fordista, está engajado numa repetição dos serviços realizados pelos trabalhadores, eles estão focados num serviço isolado não trabalham para o processo global, fazendo que sejam especializados em suas áreas e com isso diminuindo o tempo de produção e assim minimizando os custos unitários dos produtos (VARGAS, 2008). Tendo seu auge no pós- II guerra criou-se um mercado para esses produtos padronizados em virtude do crescimento da classe média nos países centrais (FABRICIO, 1996).

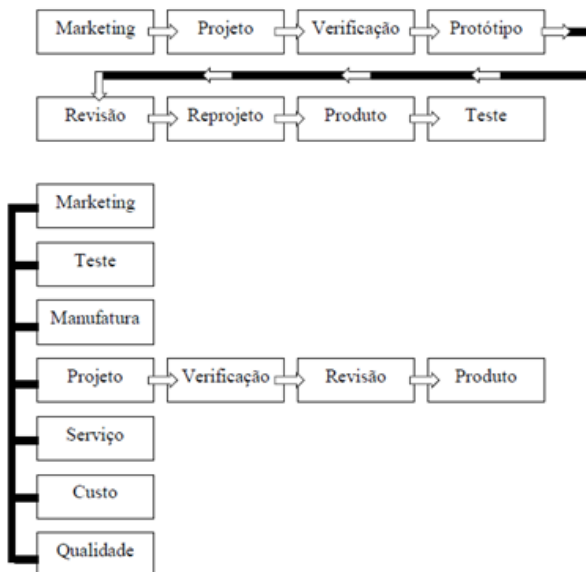
Conforme Koskela (1992 apud FABRICIO, 2002), a partir da década de 1970 criou-se no Japão uma nova forma de se produzir denominada de “produção enxuta” mesma época que se teve uma estagnação do modelo “taylorista-fordista”. A partir desse momento cria-se um novo cenário que está ligada ao consumo de produtos diferenciados em relação à qualidade, os hábitos mudam e a competitividade gira em torno de qualidade e desempenho de produtos e serviços (FABRICIO, 1996). Os japoneses invertem o modo de produção em massa, para uma que se adapte aos clientes numa produção reduzida e flexível, nesse período os colaboradores opinam no processo produtivo.

No pós-guerra devido o mercado reduzido os japoneses se viram impossibilitado de conceber uma produção de automóveis em grande escala, com isso o combate ao desperdício na indústria foi acentuado, tal fato que inspirou novos métodos e ferramentas a fim de minimizar os desperdícios na produção.

A produção enxuta teve seu início na fábrica da Toyota Motor Company, comandado por Taiichi Ohno, com isso o método passou a ser mais conhecido como “Método Toyota de Produção” (CLETO, 2002). O modo de se agir desse método foi base para um ramal na construção civil chamado de Engenharia Simultânea ainda mais na área relacionada a projetos (VARGAS, 2008).

Todavia esse método não se mantém apenas nos projetos, mas sim durante toda a vida útil de um empreendimento. Diversos autores conceituam Engenharia Simultânea pelo mundo, essa integração entre vários projetistas vem trocando a maneira de se agir na horizontalidade para verticalidade.

Figura 3-1 – Projeção Horizontal x Projeção Vertical.



Fonte: Castellano (1996).

Para Evbuomwan e Amumba, (1998 apud PETRUCCI 2003) Engenharia Simultânea é apresentar os projetos da maneira mais simplista e objetiva possível fazendo com isso diminuir o tempo de execução e tendo os processos executivos bem definidos. Já Lugli e Naveiro(1996 apud PETRUCCI 2003), diz que as atividades em progressão dos projetos são integradas e realizadas sempre que possível em paralelo e não numa ordem de sequencia.

Engenharia Simultânea é uma processo aonde pessoas conseguem se manter ligadas intensamente, tendo livre arbítrio para interagir com os clientes e fornecedores, assim pode-se trocar informações com agilidade e rapidez referente a mudanças de projeto (PASSAMANI, 2002). Organizar as fases na fabricação ou montagem a fim de perder o sentido convencional de sequencia, de modo a obter um paralelismo (concorrência temporal) na execução das tarefas essa é a função da Engenharia Simultânea Cunha (2003 apud MOURA 2005).

Segundo Ballard(1999apud MOURA 2005), existem diversos elementos que regem essa Engenharia Simultânea, a sinergia do produto e forma de projetar, levar em conta todos os aspectos simultaneamente e com isso fazer com que diferentes profissionais possam integrar entre si. No que se diz respeito a Engenharia Simultânea, Melhado e Fabricio (2003 apud OLIVEIRA 2011) adotam a expressão Projeto Simultâneo porque principalmente na etapa de projetos buscam essa sinergia entre os projetistas afim de adotarem o paralelismo na execução, todavia essa ênfase se arrasta por toda a vida do empreendimento. Levasse também esse nome, pois procuram precocemente repercutir as situações que por hora não convirja em comum acordo dos profissionais relacionados ao projeto, com isso criando uma qualidade no que se diz respeito aconstrutibilidade , habitabilidade, manutenibilidade e sustentabilidade das construções.

Enfim no que rege a Engenharia Simultânea vimos que além da ação do paralelismo nas decisões tomadas tanto nas fases de projeto quanto de execução e vida útil da construção se tornam muito relevante.

Todavia inúmeros autores mencionam que quanto mais precoce for utilizado tal ferramenta de integração mais positiva serão os resultados.

Figura 3-2–Influencia no tempo de decisão do projeto



Fonte: Vargas (2008).

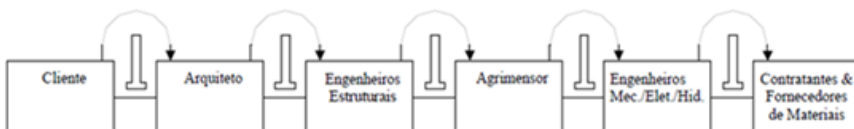
3.2 PROJETO TRADICIONAL X PROJETO SIMULTÂNEO

No passado, as equipes de projetos tinham contato direto com os construtores que os executavam e, com isso, havia uma interação entre construtor e projetista. Com o passar dos anos, a complexidade e aumento no número de edificações fez com que os projetistas se afastassem da execução das obras dificultando a harmonização dos dois métodos, o de projetar e executar (GRAZIANO, 2003). Decorrencia disso foi realizar os projetos por sequência. Os projetistas não tinham integração, fazendo por etapas, já que o início do trabalho de um

projetista dava-se ao final do projetista anterior, ausente a unicidade dos trabalhos.

Na elaboração final do produto cada projetista se detém a sua área, não pensando na extensão macro do projeto, criando com isso um projeto de baixa qualidade e um custo unitário alto (MELHADO, 2005). Além disso, nesses tipos de projetos o retrabalho e o desperdício de mão de obra e materiais são maiores e tudo isso devido à falta de comunicação entre os projetistas.

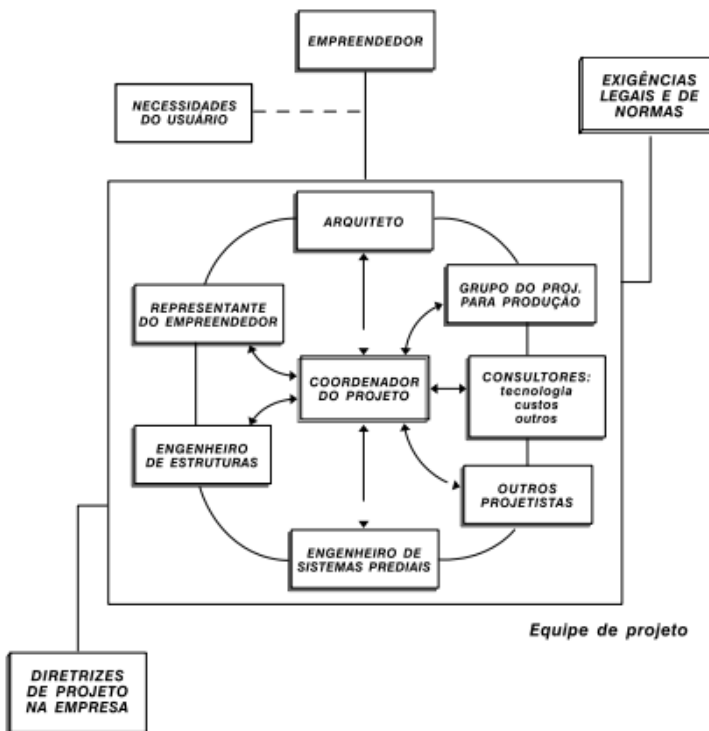
Figura 3-3 – Projeto Tradicional: usa-se uma sequência no projetar, sendo que um projetista não interage com o outro.



Fonte: Evbuomwan e Anumba (1998 apud PETRUCCI 2003).

Ao desenvolver-se o Projeto Simultâneo, as barreiras antes existentes são quebradas. Para isso, cria-se uma integração entre os projetistas de tal forma que o produto final, sobre todos os aspectos, possui uma qualidade maior (FABRICIO E MELHADO, 2002). Todavia, para haver êxito em tal tipo de forma de projetar, o coordenador de projetos deve possuir um elevado grau de capacidade tanto técnico quanto de poder gerenciadora das pessoas que fazem parte do seu grupo, além de possuir um poder de liderança avançado. Nesse passo, o projeto inicia-se com a necessidade do cliente (usuário) e chega ao seu fim com um resultado satisfatório a ele, fazendo com que todas as exigências e necessidades mencionadas anteriormente tenham sido alcançadas (MELHADO, 2005).

Figura 3-4 – Metodologia da Engenharia Simultânea.



Fonte: Melhado *et al.* (2005).

3.3 ENGENHARIA SIMULTÂNEA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Assim como outros setores, como a indústria automobilística e microeletrônica, a Engenharia Simultânea vem sendo muito requisitada

no ramo da Construção Civil, especialmente quando se fala em criação de projetos. Tal método também não escapa a sua função final, que é ter um processo organizado e sincronizado entre as equipes de trabalho e, com isso, criar um produto com mais qualidade num menor espaço de tempo (FABRICIO; MELHADO, 2001).

Mas, segundo Kamara (1997 *apud* MORAES 2005), diante de características específicas do setor da construção civil, existem algumas barreiras profissionais que implicam dificuldades na aplicação da Engenharia Simultânea.

Beckert e Beverly (1991 *apud* Castellano 1996) entendem que a mudança em grandes empresas pode não ter o mesmo impacto de que em empresas menores, pois os representantes de cada grupo muitas vezes criam obstáculos à introdução do método em comento. É que com a aplicação dessa técnica, pode haver sensação de perda de comando em relação aos grupos antes dirigidos. Por outro lado, empresas de menor porte tendem a aceitar melhor a introdução da Engenharia Simultânea, pois a hierarquia existente acaba sendo abrandada pelo ambiente vivido nesses locais, atenuando-se a sensação de perda de poder, já que grande barreira a ser avançada é a troca do trabalho individual pelo coletivo.

Diante disso, Fabricio e Melhado (2002) listaram elementos que são relevantes para a Engenharia Simultânea.

- Valorização do papel do projeto e integração precoce, no projeto, entre os vários especialistas e agentes do empreendimento;
- Transformação cultural e valorização das parcerias entre os agentes do projeto;
- Reorganização do processo de projeto de forma a coordenar concorrentemente os esforços de projeto;
- Utilização das novas tecnologias de informática e telecomunicações na gestão do processo de projeto.

Para os autores existem ainda tópicos que são direcionados à construção civil:

- Ampliar a qualidade do projeto e, por conseguinte, do produto;
- Aumentar a construtibilidade do projeto;
- Subsidiar, de forma mais robusta, a introdução de novas tecnologias e métodos no processo de produção de edifícios;
- Eventualmente, reduzir os prazos globais de execução através de projetos de execução mais rápida.

Contudo, segundo os autores antes mencionados, o maior segredo para se ter êxito na introdução da Engenharia Simultânea é quebrar o paradigma de individualismo. Para tanto, ao locar as equipes deve-se visar estejam o mais próximo possível, para a melhor fluência de ideias e informações, o que acarretará em uma resposta mais acentuada na resolução de eventuais problemas que venham a acontecer durante os trabalhos. Consequentemente, necessitará de uma menor movimentação física entre as partes.

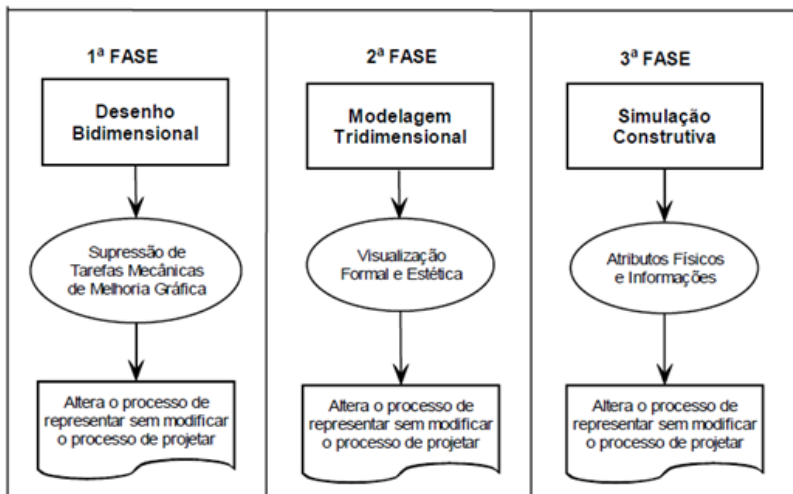
3.4 TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS NA ENGENHARIA SIMULTÂNEA

3.4.1 Plataforma CAD

Com o grande volume de informações e dados levantados atualmente decorrer da execução de um empreendimento, houve a evolução da informática na área da construção civil. Soares e Qualharine

(1998 apud Peralta 2002)resumiram os avanços na ferramenta CAD, o que pode ser visto na Figura 3.5.

Figura 3-5- Fases da Plataforma CAD



Fonte:Soares e Qualharine (1998 apud PERALTA 2002).

O autor ainda detalha que o início do CAD, na fase 1 , foi vista como uma grande mudança, pois substituiu o método até então utilizado (papel e caneta de nanquim). Na fase 2, foi utilizada a modelagem tridimensional,caindo por terra o desenho plano. De se dizer que inicialmente essa maneira de projetar era utilizada para vender os empreendimentos projetados, pois podia se ter uma noção real de como iria ficar a obra. Por fim, a terceira fase visa auxiliar a construção como um todo, criando uma plataforma na qual o modo construtivo seja compartilhado entre os projetistas envolvidos.

Peralta (2002) salienta que o uso da plataforma CAD faz com que haja uma interação entre os projetistas e, com isso, cria-se um projeto mais detalhado. Essa tecnologia possibilita a visão do projeto final executado, dando margens para correções a possíveis erros antes mesmo de se começar a execução propriamente dita, criando um

produto de maior qualidade e baixo índice de desperdício pelas reconstruções.

Para Rodriguez e Heineck(2001 apud SILVA 2005), executar uma compatibilização de projeto sem análise computacional gráfica é quase impossível. Para melhor esclarecer esta ideia, o autor listou vantagens em se usar referida ferramenta:

- Projetos complementares oriundos da mesma arquitetura, pois se evitam os problemas decorrentes de mudanças geométricas.
- Possível análise das interferências executivas, fazendo sobreposições de projetos.
- Aumento do fluxo de informações.
- Existência de melhor precisão e detalhes do projeto a ser executado.
- Levantamentos de mão de obra e insumos mais precisos.

4 COMPATIBILIZAÇÃO

4.1 SOBRE COMPATIBILIZAÇÃO E O PAPEL DO COMPATIBILIZADOR

No desenvolvimento dos projetos de um empreendimento, em grande parte dos casos, estes são terceirizados e desenvolvidos por escritórios de engenharia distintos. Nesses casos, não há relação entre os projetistas, deixando-se a resolução de possíveis problemas de interferências construtivas ao executar a obra. Por outro lado, se houvesse uma interação entre esses projetistas, as possíveis incompatibilidades poderiam ser resolvidas ainda na fase inicial, diminuindo os custos de alterações, criando um produto final de maior qualidade, sendo função da compatibilização de projeto realizar tal sincronismo (PARSEKIAN; FURLAN JR, 2003).

Para Picchi (1993), compatibilizar é o ato de sobrepor os projetos arquitetônicos e complementares e assim identificar as possíveis interferências.

A compatibilização de projetos “é a atividade de gerenciar e integrar projetos correlatos, visando o perfeito ajuste entre os mesmos e conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade total de determinada obra” (SINDUSCON-PR, 1995). Utilizando o próprio significado da palavra compatibilizar, cuida-se do ato de tornar compatível, fazer algo coexistir com outros (SILVA, 2005).

Graziano (2003), compatibilização de projeto trata-se de uma verificação, visando afastar elementos conflitantes, para que se tenha uma confiabilidade nos dados e se garanta a execução do produto até o final.

O autor acima citado ainda refere à necessidade de programar reuniões para que sejam apresentadas as interferências, visando resolver tais fatos. Silva (2004) lembra que com o passar dos anos os empreendimentos se tornaram mais complexos e o número de projetos

complementares teve um aumento significativo, razão por que a compatibilização se fez necessária para que as soluções dimensionais e tecnológicas não fossem cruzadas.

Para que se atinjam os objetivos relacionados nos parágrafos acima, o papel do compatibilizador se torna muito importante. Solano (2005) relacionou algumas das funções do compatibilizador:

- Respeitar o cronograma de desenvolvimento do projeto;
- Observar o cronograma da obra para não ser afetado pelo dos projetos;
- Respeitar os custos de projetos para não serem extrapolados;
- Manter o custo final da obra, obstando alterações;
- Lembrar que o foco principal é a satisfação do cliente final;
- Manter o padrão do produto final;
- Manter os construtores informados das mudanças.

4.2 PROBLEMAS DA INCOMPATIBILIDADE

Segundo Castro (1999), a maioria das patologias encontradas em obras estruturadas em aço concernem às interferências entre projeto estrutural e complementares, devido a uma má compatibilidade. Ganahet al (2005 *apud* MIKALDO JUNIOR, 2006) relatam que 30% (trinta por cento) da obra seria retrabalho devido à falta de compatibilidade e por não possuírem um sistema de otimização, existindo, assim, uma deficiência em seguir o cronograma inicial da obra.

A seguir serão relatadas algumas situações reais em que não houve compatibilização de projetos em obras de concreto armado.

A Figura 4.1 mostra a falta de compatibilização entre os projetos arquitetônico x hidrossanitário, em razão de as tubulações estarem passando ao meio de uma porta.

Figura 4-1 - Tubulação passando pelo meio de porta.



Fonte: Equipe da Obra ed. 65

Na Figura 4.2 podem-se notar dois problemas. O primeiro refere-se a uma tubulação atravessando a viga. Mesmo sendo essa área desconsiderada nos cálculos estruturais, não é uma solução conveniente. O segundo problema está relacionado à travessia de referida tubulação por uma esquadria. Nesse caso, uma das alternativas seria a diminuição da esquadria.

Figura 4-2 - Interferência entre Projeto Arquitetônico e Elétrico



Fonte: Equipe da Obra ed. 65.

A Figura 4.3 mostra a diminuição da área seção transversal de uma viga para que seja possível a instalação de uma porta, mostrando a fragilidade na compatibilização do projeto arquitetônico x estrutural.

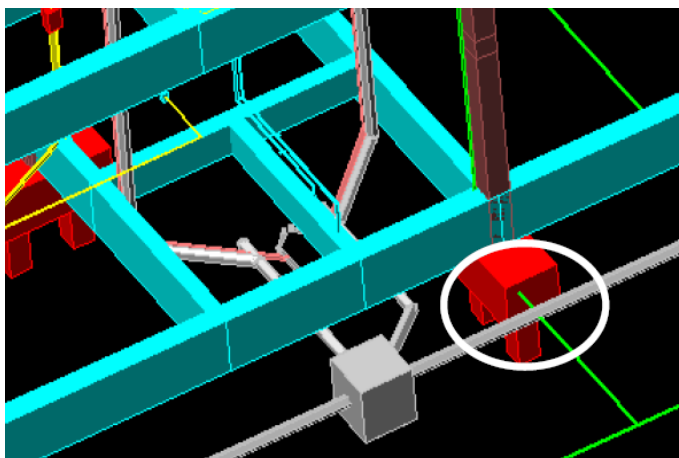
Figura 4-3 - Corte em viga para instalação de porta.



Fonte: Técnica ed. 109.

A Figura 4.4 mostra uma tubulação de água atravessando o bloco de fundação. A solução para esse caso seria deslocar a tubulação para um dos lados (direita ou esquerda). Destaque-se que acaso compatibilizado no início da obra não haveria problemas no momento de sua execução.

Figura 4-4 - Tubulação atravessando bloco de fundação.



Fonte: Mikaldo (2006).

4.3 COORDENAÇÃO DE PROJETOS E O PAPEL DO COORDENADOR

A disputa pelo mercado imobiliário fez as empresas acirrareem a disputa por clientes e, com isso, as construtoras se viram obrigadas a diminuir os desperdícios em obras e criar um plano de racionalização na execução de suas obras. Assim, necessitou-se organizar as ideias e tarefas a serem executadas. A coordenação de projetos vem sendo utilizada para melhorar a interação entre projetistas e construtores.

Silva (2004) relata que, com o passar do tempo, os empreendimentos ficaram mais elaborados, criando-se inúmeros

projetos para se chegar ao produto final. Para tanto, necessitou-se de um indivíduo que pudesse organizar e principalmente coordenar as pessoas responsáveis pelos projetos. O autor ainda menciona a possibilidade de a ocupação de cargo em comento se dar na pessoa de um engenheiro ou um arquiteto e que a maior relevância para o exercício desta função é a experiência profissional.

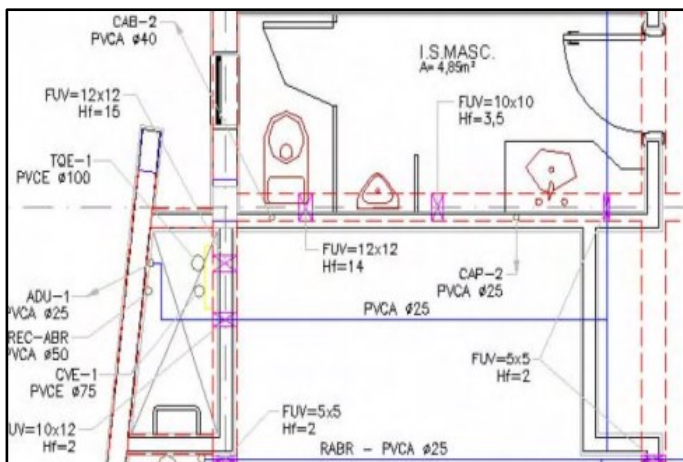
Segundo Franco (2002), usa-se a coordenação de projetos para aumentar a produtividade nas obras, visando conseguindo a diminuição dos desperdícios e os retrabalhos devidos a erros de execução, pois essa coordenação cria uma base na elaboração inicial dos projetos e estende-se até o final da obra.

A coordenação de projeto propicia a integração entre os projetistas e assegura que o detalhamento e as decisões tomadas pelos membros dessa equipe serão suficientes para que se possa executar o empreendimento sem que haja interrupções e improvisações durante sua construção (SOUZA, 1997).

Com base em entrevistas e conversas com o cliente, é dever do coordenador promover alternativas e dar início às etapas de projeto, controlando as equipes de projetistas. Deve, ainda, checar se as compatibilizações estão em perfeitas condições para que posteriormente seja encaminhada aos construtores isenta de vício para a sua execução.(GALASSI, 2011).

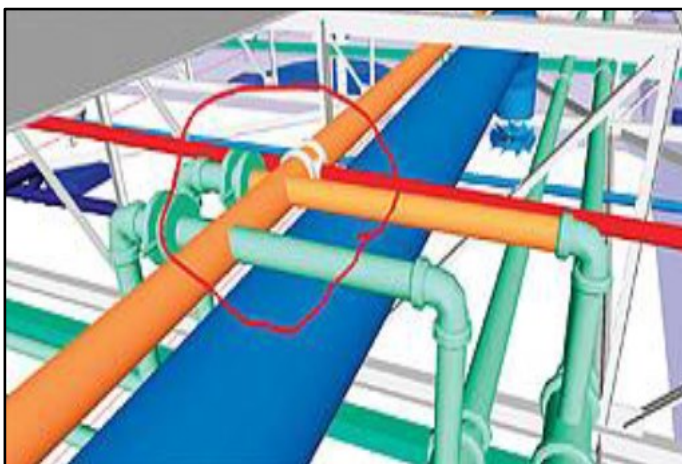
Heineck e Rodrigues(2002) afirmam que a utilização de planilhas e softwares para a compatibilização dos projetos auxiliam nas obrigações do coordenador de projetos. As primeiras equipes utilizavam softwares 2D, momento em que se exigia uma experiência maior por parte do coordenador, já que se projetava tudo no plano. Nos dias atuais, a grande maioria dos programas de compatibilização trabalha em plataformas 3D, ou seja, tem-se uma visão mais detalhada do empreendimento.

Figura 4-5- Exemplo de Compatibilização 2D



Fonte: Andrade(2012).

Figura 4-6 - Exemplo de Compatibilização 3D



Fonte: Revista OnLine IPOD (2013).

Quando se menciona coordenação de projetos encontram-se inúmeros autores que relacionam quais são suas funções. Há uma

convergência nessas obrigações. Melhado (2005), descreve alguns tópicos pertinentes para o coordenador possuir:

- Ser capaz de selecionar os projetistas, dependendo do empreendimento que seja executado;
- Saber controlar os prazos e adequar futuros contratempos;
- Ter a capacidade para alinhar as demandas de serviços dos diversos projetistas;
- Ser rápido nas decisões para que outros projetistas não sejam prejudicados;
- Realizar relatórios de desempenho de cada equipe;
- Passar com agilidade as informações de mudanças de projeto para sua equipe;
- Conferir prazos de documentos a serem entregue;
- Conferir se os projetos executivos estão de acordo com a compatibilização.
- Ser capaz de avaliar os projetos que lhe foram repassados a fim de possuírem o menor custo e melhor técnica construtiva;

Como se pode notar, o coordenador terá que lidar diariamente com equipes de trabalhos, ou seja, ele dependerá de muitas pessoas, na medida em que os indivíduos que irão fazer parte dessas equipes também esperam qualidade de gerenciamento de pessoas. Por conta disso, interessante transcrever algumas das qualidades esperada pelas equipes em relação ao coordenador de projetos, conforme relatado por Moreno (2006):

- Que saiba ouvir o grupo e não apenas mandar;
- Que saiba dar motivação;

- Que saiba assumir seus erros;
- Que não tome partido em possíveis contratempos entre projetistas, sendo imparcial e justo;
- Que seja comprometido com o grupo;
- Que seja criativo, fazendo a sua equipe também o tornar-se;
- Que saiba lidar com a diferença entre os profissionais;
- Que assuma os seus erros;
- Que seja um bom avaliador, fazendo as cobranças necessárias, mas também sabendo valorizar os acertos;
- Que passe confiança ao grupo para que assuma riscos necessários para futuras mudanças.

Por fim, conclui-se que as equipes de trabalho não esperam que tenham apenas um indivíduo dando ordens ao seu grupo, mas sim que esteja entre eles, auxiliando-os e dando amparo a todos.

5 PROJETOS E EXECUÇÃO EM OBRAS PÚBLICAS

5.1 DEFINIÇÕES DE OBRA PÚBLICA E REGIMES DE CONTRATAÇÃO

Diariamente, empresas privadas executam obras com o intuito de ganho de capital monetário, podendo optar no momento da contratação da mão de obra e tipo de produto a ser realizado, ficando a seu critério a qualidade dos produtos/serviços a serem utilizados.

Entretanto, quando as empresas submetem-se a realizar obras públicas, devem submeter-se a procedimentos e regras pré-estabelecidas por leis, ficando prejudicada essa liberdade mencionada acima.

Brasil (2007 *apud* BORDALO 2013) menciona que Obra Pública é destinada à população e pode ter como contratante a União, os Estados, o Distrito Federal ou os Municípios (Administração Pública). O capital para a execução da construção, reforma ou manutenção vem de recursos públicos.

Segundo a Lei 8.666/, art. 6, inciso I, obra pública “é toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação, realizada por execução direta ou indireta”.

Essa forma de construção possui peculiaridades quando comparadas às obras privadas. Costa (2010) menciona algumas:

- Muito comum a falta de qualidade na mão de obra e falta de recursos para a sua finalização;
- Algumas obras iniciam-sesem mesmo ter a totalidade do capital para a sua execução;
- Há diversas mudanças ao longo da execução;
- Elevado número de aditivos referente à planilha orçada;
- Diversas obras não são acabadas.

As obras podem ser executadas por duas maneiras:

- a) Execução direta: feita pelos órgãos e entidades da Administração pelos próprios meios (Art. 6, inciso VII, da Lei 8.666).
- b) Execução indireta: o órgão ou entidade contrata com terceiros, sobre qualquer dos seguintes regimes (Art. 6, inciso VIII, Lei 8.666).
 - I. Empreitada por preço global – Quando se contrata a execução da obra ou do serviço por preço certo e total;
 - II. Empreitada por preço unitário – quando se contrata a execução da obra ou do serviço por preço certo de unidades determinadas;
 - III. Tarefa – quando se ajusta mão de obra para pequenos trabalhos por preço certo, com ou sem fornecimento de materiais;
 - IV. Empreitada Integral – quando se contrata um empreendimento em sua integralidade, compreendendo todas as etapas da obra, serviços e instalações necessárias, sob inteira responsabilidade da contratada até sua entrega ao contratante em condições de entrada em operações, atendidos os requisitos técnicos e legais para sua utilização em condições de segurança estrutural e operacional e com as características adequadas às finalidades para que foi contratada.

5.2 PROCESSO DE PROJETO EM OBRA PÚBLICA

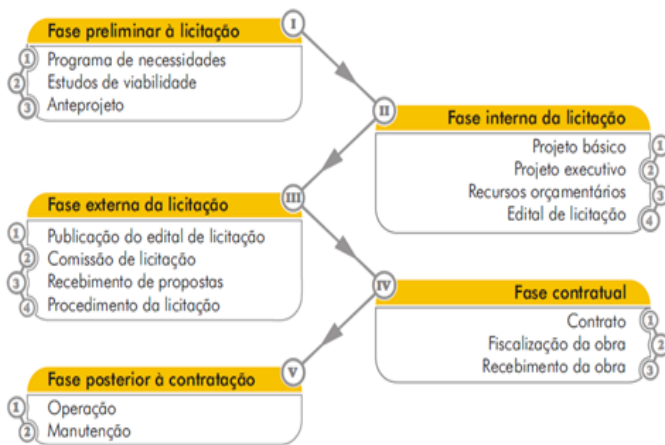
Na construção de empreendimentos e na administração de empresas privadas há, como já mencionado, disponibilidade na hora de contratar sua mão de obra. Todavia, quando se fala em obras públicas, essa flexibilidade é abrandada para executá-las, devendo-se seguir um rigoroso trâmite legal previsto na Lei de Licitações (Lei 8.666/).

Existem quatro pontos a serem observados e seguidos para a realização de uma obra pública: a) o Edital de Licitação, que reúne o que determinado órgão necessita na ocasião, b) o produto do contrato quais serão os métodos construtivos, formas de recursos, materiais utilizados, c) tempo da obra, prazo para entrega, etapas a serem cumpridas em determinados períodos, etc. e d) o custo final da obra (BARROS NETO, 1993).

Para se chegar a um produto de qualidade e sem prejuízos, tanto para o contratante como para a contratada deve-se levar em conta todas as etapas de um projeto, desde a fase pré-licitatória até o pós-construção, vinculada à manutenção do empreendimento final.

Segundo o TCU (2013), existe uma ordem a ser seguida para realização bem sucedida de um empreendimento, a qual está detalhada abaixo:

Figura 5-1 - Fluxograma de procedimentos para contratação indireta de obra pública



FONTE: TCU (2013)3 ed.

5.2.1 Fase Preliminar à Licitação

As etapas que compõem essa fase são de grande importância, pois irá se aferir a necessidade do ente contratante, levantando-se as verbas para que seja executado o empreendimento. Muitas vezes essa etapa é negligenciada, o que pode acarretar em desperdício de dinheiro público (TCU, 2013).

A seguir descrevem-se as etapas de tal fase:

a) Programa de Necessidade:

O órgão responsável pela elaboração da licitação deve levantar as necessidades e posteriormente alinhar o tipo de empreendimento a ser construído na região para poder assim fazer um estudo de viabilidade no local.

Depois disso, deve-se descrever a finalidade da obra, assim como materiais a serem utilizados na construção, tipo de acabamento, modelo de mobiliário empregue e área de abrangência do empreendimento, para que parte da população verifique o produto final (TCU,2013).

b) Estudo de Viabilidade

No estudo de viabilidade indica-se qual o tipo de produto que conseguirá atender as necessidades dispostas no item anterior no que tange à parte técnica, ambiental e financeira.

Na parte técnica é avaliada a forma que será construída a obra; na questão ambiental são aferidos possíveis danos e soluções para amenizar o impacto ambiental; na parte financeira é feito um estudo de possíveis perdas em razão do empreendimento a ser construído naquele local. Ainda nesta fase é feito o levantamento de custos do empreendimento, usando-se o Custo Unitário Básico (CUB) como parâmetro, que será multiplicado pela área a ser construída, sabendo-se que essa é apenas uma estimativa, pois os valores não são precisos. Tal é realizado para fazer uma avaliação do custo/benefício sobre o empreendimento.

Escolhida a opção mais vantajosa, realiza-se uma descrição do número de pessoas que serão atendidas, dimensionamento de áreas do empreendimento e critérios a serem utilizados na execução (TCU, 2013).

c) Anteprojeto

Após a escolha do empreendimento, quando se tratar de obras de grande porte, cria-se um anteprojeto, que contém planta baixa, cortes e fachadas, tanto da arquitetura, quanto estrutural e de instalações.

Esses dados são insuficientes à realização da licitação porque ainda o detalhamento é parco. Apenas nas fases seguintes é que haverá o seu respectivo complemento. Porém, destaca-se esse documento é exigido e por integra o processo licitatório.

Por fim, destaca-se que o anteprojeto não se trata, e por isso não deve ser confundido, com o projeto básico de licitação (TCU, 2013).

5.2.2 Fase Interna da Licitação

Definido qual será o empreendimento, passa-se à licitação da obra, a fim de buscar a melhor opção para a Administração Pública. É

nesta fase que se faz um detalhamento do produto que será construído, conforme etapas que a seguir passa-se a expor.

a) Projeto Básico

Considerado o projeto mais importante na execução da obra, é elaborado antes da licitação. Falhas ou projetos pouco detalhados irão acarretar em uma obra de má qualidade e, conseqüentemente, de elevado valor.

Alguns pontos são necessários nesta etapa como, por exemplo, detalhamento suficiente para que se possa definir o produto a ser licitado, bem como ser possível executar orçamento com alta precisão, os tipos de matérias a serem utilizados e quais técnicas construtivas serão implantadas. O próprio órgão poderá executar o projeto caso tenha em seu corpo técnico alguém com conhecimento específico na área, neste caso, que tenha um CREA. Todavia, se não houver referida pessoa, o órgão poderá realizar licitação a parte.

Assim, depois de feito o projeto, será encaminhado à comissão licitante, submetendo-o à aprovação, bem como a conferência para amoldar-se ao orçamento inicial (TCU, 2013).

b) Projeto executivo

Findo o projeto básico, é realizado o projeto executivo, que contará com maior detalhamento. Esse projeto deve ser elaborado ao final do primeiro (projeto básico). Calha destacar que se o órgão autorizar o projeto básico, o segundo (executivo) poderá ser elaborado simultaneamente à execução da obra (TCU, 2013).

c) Recursos Orçamentários

É de muita importância que o órgão licitante tenha a convicção de que o montante financeiro seja o suficiente para cumprir todo o cronograma financeiro apresentado no projeto básico (TCU, 2013).

d) Edital de Licitação

Realizados os projetos anteriores, lança-se, então, o edital para o início da licitação. É este instrumento que trará informações para a concretização da obra, a saber, o objeto a ser licitado, prazo de entrega,

valor máximo, formas de pagamentos à contratada, critérios de atualização financeira, etc.

O Edital acaba por excluir empresas que não tenham capacidade tanto técnica quanto financeira para participarem do certame, porque, sabedores dos requisitos exigidos em tal instrumento, apenas os particulares dotados das características nele previstas é que irão inscrever-se para a respectiva participação, sob pena de não serem habilitados(TCU, 2013).

5.2.3 Fase externa a licitação

Depois de levantado o custo total da obra pelas empresas que desejam participar da licitação, com base no projeto básico,as concorrentes indicam suas propostas. O responsável pelos projetos acima não pode participar da licitação para execução da obra, tampouco pessoas ligadas ao órgão licitante (TCU, 2013).

5.2.4 Fase Contratual

Eleita a empresa vencedora, faz-se, então, assinatura do contrato entre a Administração Pública e a contratante. O órgão licitante confecciona a ordem de serviço e o repassa à empresa vencedora.

A fase contratual só terá fim na conclusão da obraTCU (2013).

5.2.5 Fase Posterior à Contratação

Entregue a obra, inicia-se a fase de manutenção. São criadas técnicas para aumentar a vida útil do estabelecimento. Todavia, a contratada, mesmo com a entrega da obra, possui deveres por tempo estabelecido, responsabilizando-se por falhas ou possíveis patologias que apareçam no empreendimento (TCU, 2013).

Dessa feita, percebe-se a importância de se realizar um produto final de qualidade, a fim de que se tenha uma baixa interferência da contratada após a entrega do empreendimento. Deve-se manter, assim, uma fiscalização severa durante a realização da obra e atenção criteriosa

na elaboração e detalhamento dos projetos que irão fazer parte do processo licitatório.

5.3 REGIME DIFERENCIADO DE CONTRATAÇÃO

Com o advento de inúmeros eventos no Brasil, como Copa das Confederações de 2013, Copa do Mundo 2014 e Jogos Olímpicos e Paraolímpicos. O governo federal viu-se na necessidade de criar um novo modelo de licitação para assegurar a entrega das obras no prazo.

Porém com o decorrer do tempo outras obras foram sendo agregadas ao modelo de licitação RDC. Agora as obras do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), obras do sistema público de ensino, e obras e serviços de engenharia no âmbito da saúde podem ser regidos por esse modelo licitatório (ACHE, 2012).

Assim a Lei 8.666 de 1993, é frequentemente taxada como burocrática, devido ao elevado número de prescrições, sendo difícil afirmar que o processo licitatório seja rápido e ainda garantir a órgão público vantagens nos contratos firmados.(REZENDE,2011). Assim o RDC torna as licitações do Poder Públicos mais eficientes e céleres, sem afastar a transparência e o acompanhamento dos órgãos públicos. (MARTINS 2012).

O regime diferenciado de contratação foi inspirado nas regras de contratação da União Europeia, dos EUA e nas diretrizes da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE, como também na legislação que disciplina no Brasil as contratações por meio do Pregão (ROHDE, 2014).

Assim o art. 3º da Lei de Regime Diferenciado de Contratação, relata os princípios a serem seguidos quando usado tal modelo licitatório.

Art. 3º As licitações e contratações realizadas em conformidades com o RDC deverão observar os princípios da legalidade da impessoalidade, da moralidade, da igualdade, da publicidade, da eficiência, da probidade administrativa, da economicidade, do desenvolvimento

nacional sustentável, da vinculação ao instrumento convocatório e do julgamento objetivo.

A Lei 12462/2011 que rege o RDC salientou algumas mudanças e novos conceitos no procedimento licitatório. Como por exemplo, pré-qualificação permanente, contratação por remuneração variável, a inversão de fase no procedimento licitatório (julgamento anterior à habilitação), sigilo no orçamento estimado pela administração, a contratação integrada, possibilidade de disputa aberta. A seguir irá se detalhar os conceitos:

Pré – Qualificação: Fase anterior à licitação visa aumentar a agilidade no processo licitatório, e com isso diminuir o tempo da licitação. Assim a empresa que desejar participar realiza um pré-cadastro. Esse pré-cadastro deve ser acessível a todos os interessados, sendo necessária ao menos uma vez ao ano, a atualização do cadastro e ingresso de novos interessados (ANUNCIAÇÃO, 2010).

Contratação por Remuneração Variável: A possibilidade de a remuneração ser fixada, por metas alcançadas, qualidade na entrega final da obra, conscientização na elaboração e execução no aspecto de sustentabilidade, cria-se uma concorrência qualificada entre as empresas que irão obedecer tais instrumentos, criando um possível ganho econômico para administração (ROHDE, 2014).

Inversão de fase no procedimento licitatório: Essa inversão ajuda a reduzir custos no processo licitatório, pois somente será verificada a documentação técnica, fiscal e financeira da empresa licitante que possuir a melhor proposta. (REZENDE, 2011).

Sigilo no orçamento estimado pela administração: O orçamento será conhecido apenas ao final da licitação. Cria-se com o fato um aumento na concorrência devido aos participantes não ter um preço de referência. Caso as empresas que participarem da licitação realizar preços acima do valor estimado, a administração poderá chamar por ordem de classificação as empresas, até que alguma delas se encaixe no orçamento estimado (ANUNCIAÇÃO, 2010).

Contratação integrada: A empresa vencedora da licitação tem o poder execução, desde o projeto básico até a entrega final do objeto

contratado. Porém para que tal fato seja aceito, deve-se ser justificado técnica e economicamente. (REZENDE, 2011).

Possibilidade de disputa aberta: A disputa é realizada oferecendo lances públicos. Está inovação demonstra a transparência no processo licitatório, ajudando a diminuir o número de fraudes em licitações (ACHE, 2012).

Por fim Rohde (2014) elaborou um quadro resumo, salientando algumas diferenças entra Lei 8.666 e RDC.

Quadro 5-1 – Comparativo entre a Lei 8.666 x RDC

LEI 8.666/93	Regime Diferenciado de Contratação
Obras só podem ser licitadas quando possuir o Projeto Básico.	Contratado junto com Administração, elabora o anteprojeto. Já o projeto básico e projeto executivo podem ser elaborados pela contratada.
Quando for necessário contratar outra empresa para terminar o remanescente da obra, esta empresa deve aceitar as mesmas condições da empresa antecedente.	Quando for necessário contratar outra empresa para terminar o remanescente da obra, esta empresa usará as condições por estes ofertadas.
Verifica a habilitação dos concorrentes a licitação, para depois fazer o julgamento das propostas.	Julga-se primeiro as propostas para em seguida verificar a habilitação
Deve possuir planilha que contenha orçamento detalhado com composição de custos unitários.	Estima com base no mercado, valores pagos por outros órgãos públicos em obras similares. A estimativa de custo pode permanecer oculta.

Contudo Martins Junior (2011) salienta que até mesmo o projeto executivo muitas vezes se faz necessário para o processo de licitatório, com maior razão deve-se conter um projeto básico bem elaborado. Pois um projeto mal elaborado e consequentemente um orçamento falho, poderá comprometer todo o processo.

Por fim nota-se que o RDC inovou a maneira de licitar um objeto, dando ênfase a velocidade de contratação, criando um processo mais eficiente num menor espaço de tempo, levando-se em conta não apenas o menor preço , mas o custo benefício para administração pública.

6 ESTUDOS DE CASO

Para a realização dos estudos de caso foram utilizadas duas obras públicas na região da Grande Florianópolis. Para preservar o sigilo, serão chamadas de obras A e B. Uma das obras se encontra em fase de acabamento – porém houve alterações no projeto – e a outra está sendo finalizada a parte de estrutura, mas os demais serviços se encontram parados para análise dos projetos. Ambas estão sendo executada pela mesma empresa.

Vale ressaltar que houve uma limitação na pesquisa no que tange o processo licitatório dos projetos. O autor dessa monografia não teve acesso a tal material.

6.1 CASO A

6.1.1 Dados da Obra

A edificação totaliza 2010,03 m², sendo que 233,64m² serão no pavimento inferior, 901,08 m² no pavimento térreo, 634,66 m² no pavimento superior e 240,65 m² distribuídos em diferentes pisos de serviço. A área a ser construída contempla caixa d' água, barrilete, casa de máquinas e pátio de serviços (Anexo A).

A estrutura foi executada em concreto armado moldado in loco, sua vedação foi realizada em alvenaria de bloco cerâmico, com revestimentos de pintura, pastilhas e azulejo. A região é servida de rede de tratamento de esgoto e abastecimento de água.

6.1.2 Compatibilização do Projeto Arquitetônico x Estrutural

Com auxílio de um software CAD, foram sobrepostos os projetos arquitetônicos e estruturais dos pavimentos Subsolo, Térreo e

Superior, encontrando-se algumas interferências que a seguir foram relacionadas.

Na figura 6.1, no detalhe 1, é possível visualizar o Pilar 14 passando através da janela do subsolo. A fim de manter a mesma luminosidade e ventilação no ambiente, foi executada a janela ao lado do pilar e outra janela, representada pelo ponto A, foi criada no ambiente, conforme figura 6.2.

Figura 6-1 Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 1, (caso A).

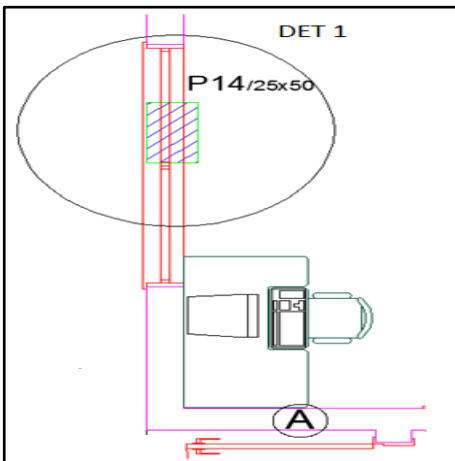
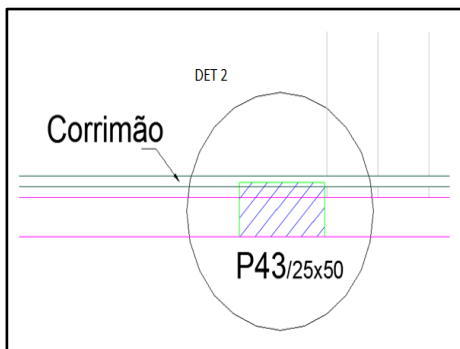


Figura 6-2- Deslocamento da janela e criação da nova esquadria.



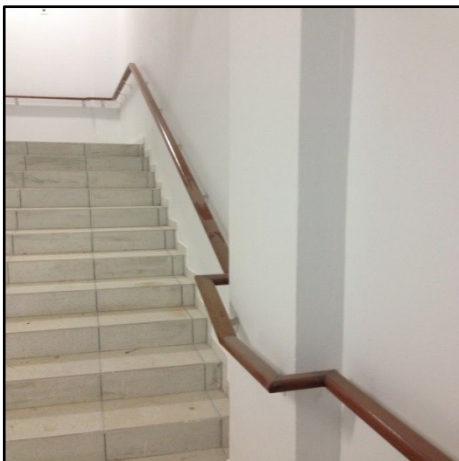
No detalhe 2, da figura 6.3, verifica-se a existência de um pilar de grandes dimensões transversais na escada interna em razão de não se conseguir deixá-lo embutido na alvenaria.

Figura 6-3 Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe2, (casoA)



Criou-se, com isso, a necessidade de contornar o pilar na execução do corrimão, como mostra a figura 6.4.

Figura 6-4 - Execução de corrimão em pilar da escada.



Ainda acerca da escada interna, encontram-se duas situações de incompatibilidade. Na primeira, novamente o pilar avança a escada, mas nesta ocasião não foi possível a execução do corrimão (figura 6.6), pois iria diminuir muito o corredor de acesso à caixa d'água e os bombeiros não iria expedir o respectivo alvará nessa condição. Na segunda, no projeto arquitetônico há indicação de fechamento lateral com bloco cerâmico em ambos os lados da escada (detalhe 3). Todavia, no lado esquerdo, devido ao projeto estrutural da escada não atender a dimensão necessária em norma, foi necessária a execução de guarda-corpo, visando ganho de espaço na escada.

Nesta incompatibilidade pode-se notar que o arquiteto e o projetista estrutural, não tiveram uma sinergia na troca de informações. Pois o arquiteto não se manteve informado às dimensões mínimas de exigidas para escadas.

Caso tivesse sido realizado a compatibilização verificaria a necessidade de aumentar a escada e com isso seria possível deslocar o corrimão em relação ao pilar.

Figura 6-5 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe3, (casoA)

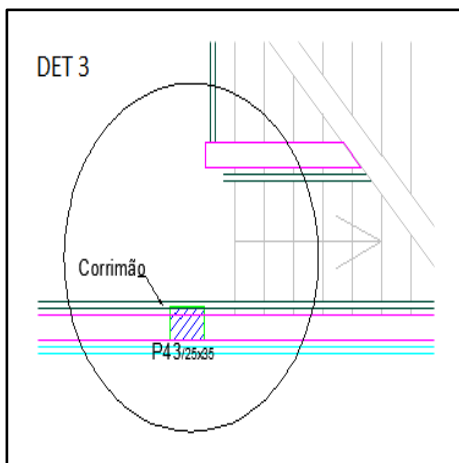
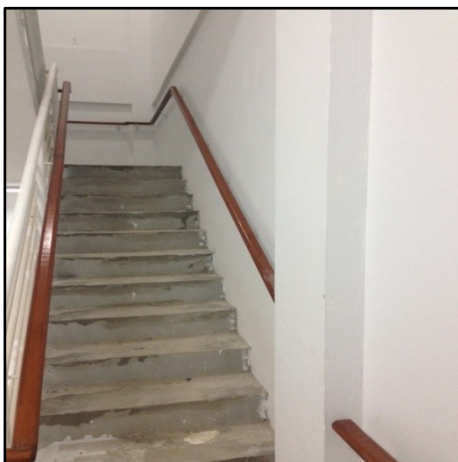


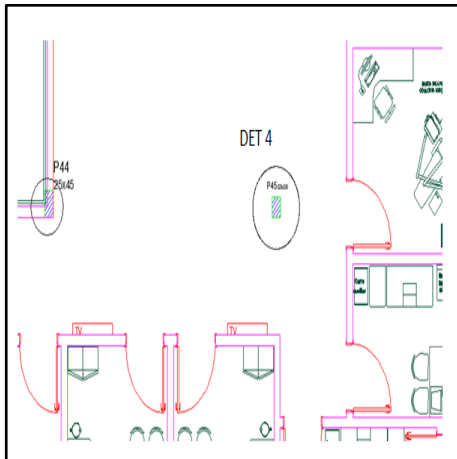
Figura 6-6- Guarda corpo e impossibilidade de corrimão em pilar.



Na figura 6-7 tem-se um pilar executado em uma área de grande circulação de pessoas. Uma solução seria o redimensionamento da estrutura naquela região, tendo como objetivo a eliminação do pilar ou o

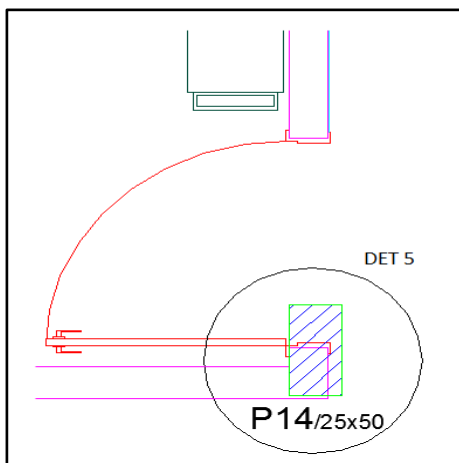
deslocamento do mesmo para próximo da parede a fim de embuti-lo na alvenaria.

Figura 6-7 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe4, (casoA).



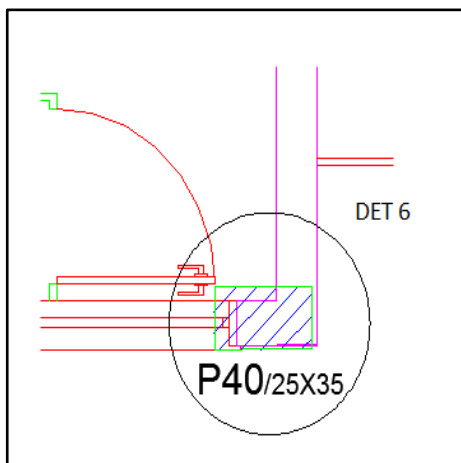
No detalhe 5 da figura 6-8, há parte de um pilar entrando em conflito com uma porta no pavimento Térreo. Uma medida a ser tomada seria o deslocamento de 30cm da porta.

Figura 6-8 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe5, (casoA).



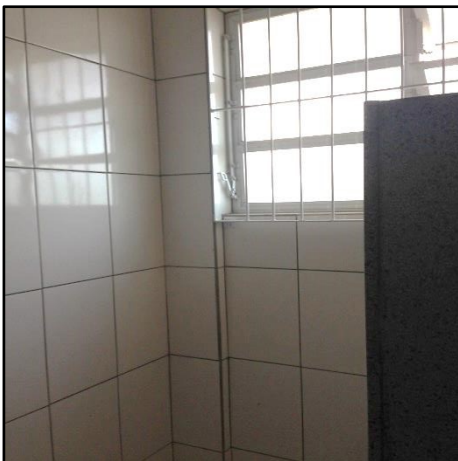
Ainda no pavimento térreo, o que se estendeu ao pavimento superior, a janela do banheiro teve sua dimensão reduzida por conta da passagem do pilar 40 pela lateral da janela, conforme figura 6-9.

Figura 6-9 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe6, (casoA).



Além da diminuição da esquadria do banheiro, fez-se necessário um requadro do pilar 40, pois sua dimensão era maior do que a largura da parede. A interferência mostra a fragilidade da compatibilização, pois nem o arquiteto previu dimensão necessária no canto da parede para início da esquadria, tampouco o projetista visualizou que a dimensão do pilar seria maior que a região aonde ele seria locado. Tal fato foi demonstrado na figura 6-10.

Figura 6-10 - Redução da janela e execução requadro do pilar.



Na figura 6-11, o pilar 29 avança para área do shaft. Foi realizado na parede externa um emboço para se chegar ao alinhamento da alvenaria, além de uma pequena diminuição na esquadria de fechamento do shaft (figura 6-12).

Figura 6-11 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe7, (casoA).

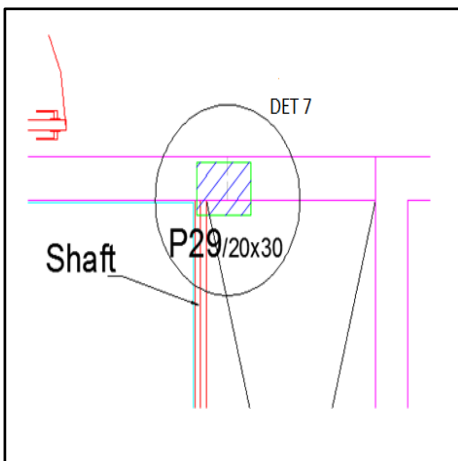


Figura 6-12 - Requadro pilar 29 e redução da esquadria shaft.



No detalhe 8 da Figura 6-13, temos um nítido caso de incompatibilidade de projetos: execução do pilar 24 no meio do ambiente. Neste caso, ainda se potencializa o erro porque o pilar ficou ao lado de uma cama hospitalar, dificultando o acesso ao paciente em caso emergencial. Uma das alternativas seria modificar o *layout* do quarto. Todavia, iria causar danos a outras instalações como tomadas e pontos de gás medicinal.

O dialogo com o projetista estrutural, para a execução de um novo dimensionamento desse elemento, a fim de embutir o pilar, na parede que esta a cerca de 1,10m de distancia, seria uma medida cabível.

Figura 6-13 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe8, (casoA).

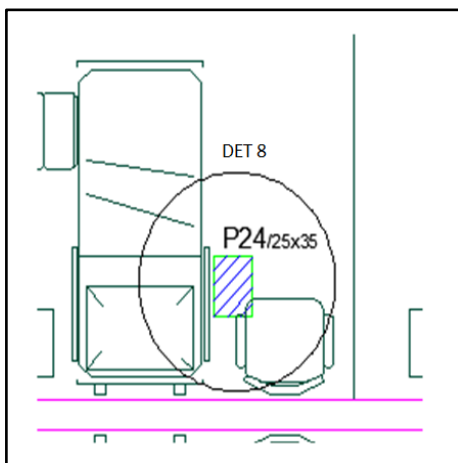
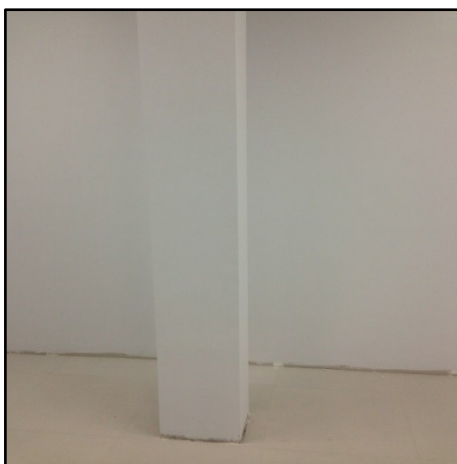


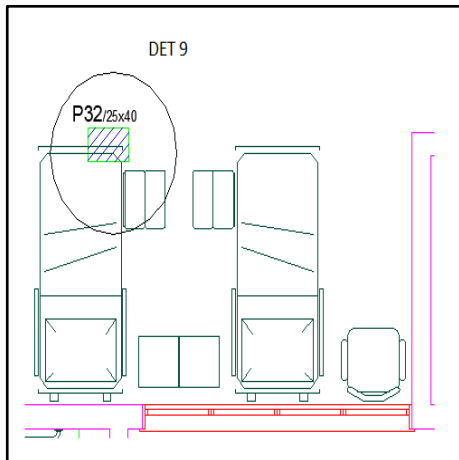
Figura 6-14 - Pilar 24 executado no meio do ambiente.



A seguir (detalhe 9 da Figura 6-15), constata-se a mesma dificuldade citada acima, qual seja, um pilar executado no meio do

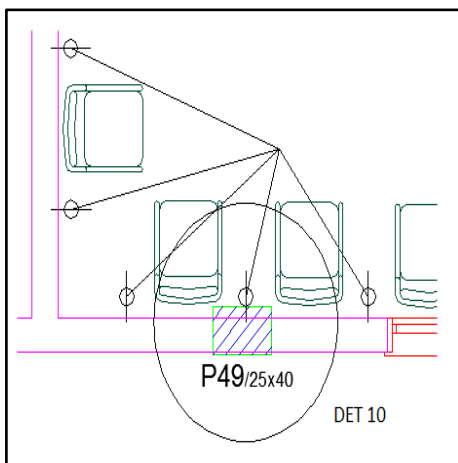
ambiente. A solução, novamente, seria a troca de *layout* ou o redimensionamento pelo projetista daquela região.

Figura 6-15 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe9, (casoA).



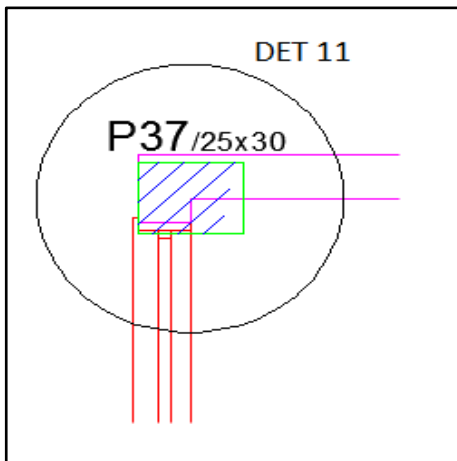
Na figura 6-16, nota-se o *layout* arquitetônico prevendo a instalação de aparelhos para inalação. Contudo, um dos locais onde consta no projeto um ponto de inalação coincide com o pilar 49. Para tal fato seria necessária a reorganização dos pontos a fim de deixá-los deslocado do pilar. Nesse caso pode-se verificar a desatenção do projetista estrutural para com o projeto arquitetônico, depois de lançado a estrutura facilmente pode-se notar a incompatibilidade com uma sobreposição de projetos.

Figura 6-16 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe10, (casoA).



A seguir (Figura 6-17), como já ilustrado anteriormente, verifica-se no pavimento superior um pilar passando por uma janela. Para adaptar-se à situação, a esquadria foi reduzida em 10 cm de largura e ainda necessitou-se realizar um requadro no pilar.

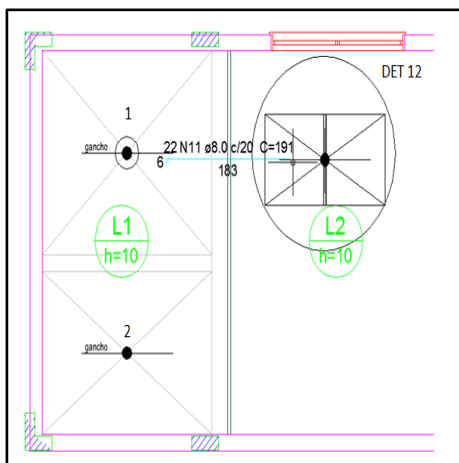
Figura 6-17 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe11, (casoA).



A Figura 6-18 ilustra um dos problemas recorrentes na construção referente à escolha de elevador a ser implantando no empreendimento após a entrega da obra. É que na maioria dos casos os elevadores são licitados à parte, ou seja, não integram a licitação originária. Dependendo do modelo que será instalado na construção, exigem-se diferentes adaptações que não constam nos projetos.

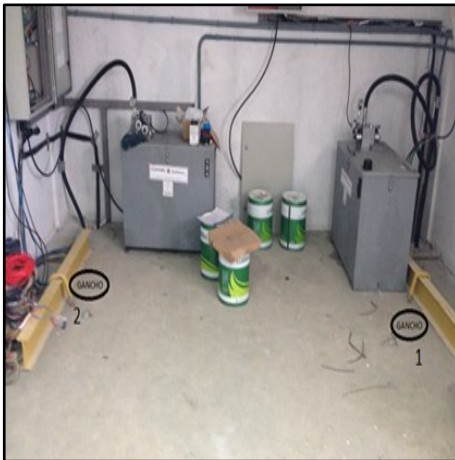
No projeto arquitetônico do caso A, na casa de máquinas, o *layout* definia um alçapão (Detalhe 12) e dois ganchos na laje de piso para instalação do elevador (Figura 6.18).

Figura 6-18 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 18, (caso A).



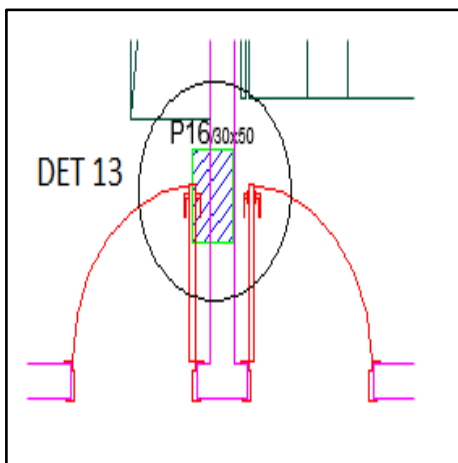
Todavia, no projeto estrutural não existia abertura para alçapão tampouco espera para os dois ganchos. O fato pode ter ocorrido tanto pela desatenção no lançamento da estrutura, quanto uma possível mudança de *layout* na região e o projetista estrutural não ter sido avisado. Para a execução dos dois ganchos, necessitou-se realizar quatro furos na laje, sobre a qual foram instalados dois perfis metálicos com seção I (Figura 6-19). O alçapão não necessitou ser executado, pois o acesso se fez por uma porta lateral ao lado do barrilete.

Figura 6-19 - Detalhe dos perfis metálicos para sustentação dos ganchos do elevador.



No detalhe 13 (Figura 6-20) pode-se notar novamente a interferência arquitetônica com elemento estrutural no pilar 16. A interferência se dá em relação ao uso, pois ao se abrir a porta não será possível fazê-lo por completo, sendo necessário deslocar a porta.

Figura 6-20 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 13, (caso A).



Através das incompatibilidades encontradas entre o projeto arquitetônico x estrutural montou-se a Tabela 2, que segue:

Tabela 1 Resumo das Incompatibilidades Projeto Arquitetônico x Estrutural

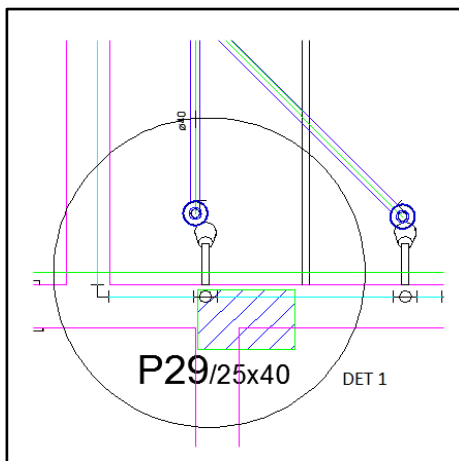
Análise de Incompatibilidade Projeto Arquitetônico x Estrutural				
Elemento da Estrutura	Elemento da Arquitetônico	Interferência Física / Funcional	Motivo da Interferência	Sugestão
Pilar	Janela	Pilar atravessando janela	Não observância da localização da janela	Deslocamento da janela e criou-se uma segunda janela
Pilar	Corrimão	Desvio do Corrimão	Não observância do pilar na parede	Contornar o pilar com corrimão
Pilar	Corrimão	Diminuição da escada	Não levou em conta elementos estruturais/vedação na dimensão da escada	Não usou corrimão contínuo/ troca de parede por guarda corpo
Pilar	Circulação	Pilar no meio do ambiente	Não observância do projeto arquitetônico	-
Pilar	Porta	Pilar invadindo porta	Não observância da porta	Deslocamento da porta
Pilar	Janela	Pilar invadindo janela	Não observância da janela	Redução da janela
Pilar	Shaft	Pilar invadindo Shaft	Não observância shaft	Pequena redução do Shaft
Pilar	Quarto	Pilar no meio do ambiente	Não observância do projeto arquitetônico	Possível troca de layout do ambiente
Pilar	Quarto	Pilar no meio do ambiente	Não observância do projeto arquitetônico	Possível troca de layout do ambiente
Pilar	Layout ponto de inalação	Ponto coincide com pilar	Não levou em conta elementos estruturais	Reorganização dos pontos de inalação
Pilar	janela	Pilar invadindo janela	Não observância da localização da janela	Redução da janela
Laje	Alçapão/Ganchos	Não foi deixado abertura e espera na laje	Não observância do projeto arquitetônico	Furos na laje
Pilar	Porta	Pilar invadindo ambiente	Não observância da porta	Deslocamento da porta

6.1.3 Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário

Na figura 6-21, detalhe 1, mostra-se a tubulação de água atravessando um pilar e, ainda, o ponto de água do chuveiro

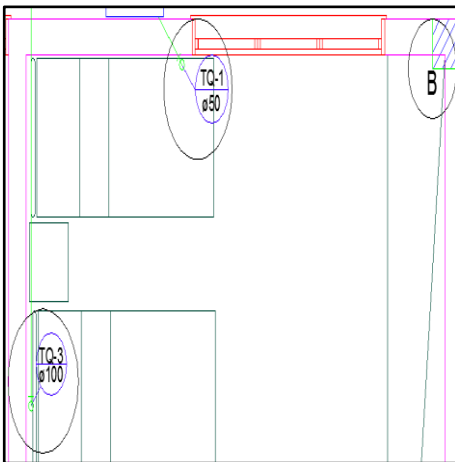
coincidindo com o pilar. Uma das soluções, já que a obra possui pé direito alto e rebaixo em gesso, seria mandar a tubulação de água pelo forro e descer pela parede que consta o chuveiro.

Figura 6-21- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe 1 , (caso A).



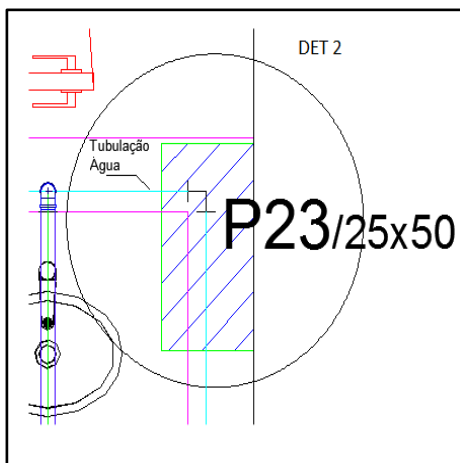
Na Figura 6-22 vislumbra-se o tubo de queda 3 coincidindo com a cabeceira da cama e, ainda, tubo de queda 1 localizado na mesma posição que a cama, o que gera um desconforto tanto auditivo quanto físico. Uma solução seria executar uma mocheta no ponto B e direcioná-la para este local.

Figura 6-22- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário , (caso A).



A Figura 6.23 ilustra a passagem de tubulação de água pelo meio do pilar 23. Para se chegar ao lado oposto do ambiente onde será utilizada a água, a tubulação foi passada pelo teto. Nota-se que o projetista hidrossanitário não realizou seu projeto levando em conta o projeto estrutural, criando esta interferência.

Figura 6-23- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe 2 (caso A).



No pavimento térreo tem-se um conflito entre a parte hidráulica e esgoto de uma pia (Figura 6.24), os quais estão locados no mesmo ponto do pilar 36 (figura 6.25). Já que por motivos de *layout* a pia não pode ser deslocada ao lado do pilar, decidiu-se mudar para a parede oposta à sala.

Figura 6-24- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe 3 , (caso A).

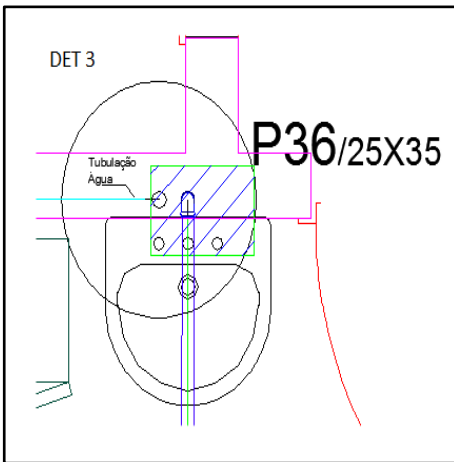


Figura 6-25- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, (caso A).



A execução de shafts para passagem das tubulações de água e esgoto na maioria das vezes se torna uma opção vantajosa, pois se

consegue adaptar ao *layout* do ambiente. Quando isso não é possível, necessita-se realizar mochetas. Todavia, perdem-se espaços, além de esta forma não ser visualmente atrativa. Na Figura 6.26 vê-se a mocheta que serviu de solução para as tubulações do banheiro e na Figura 6.27 tem-se o projeto da mesma região.

Figura 6-26 - Mocheta para esconder tubulações.

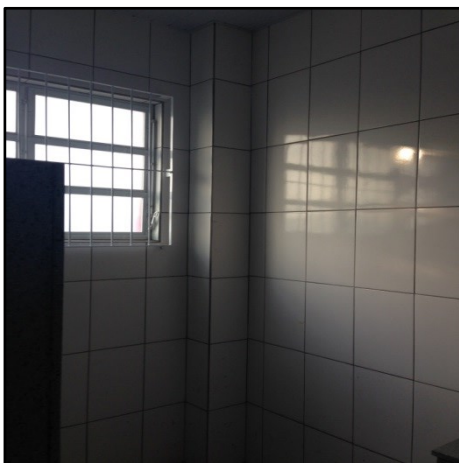
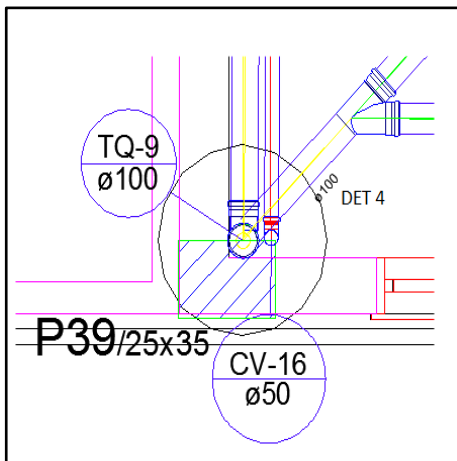


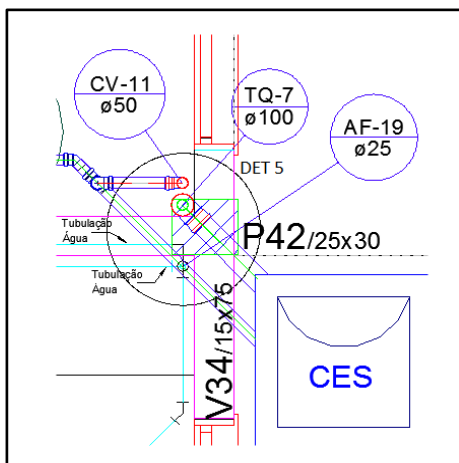
Figura 6-27- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe 4 , (caso A).



Na Figura 6-28 há um tubo de queda atravessando a seção do pilar. No detalhe 5, a viga 34 é atravessada por uma tubulação de esgoto. Como sabe-se, a execução de furos em elementos estruturais acarreta um risco caso o projeto não preveja a perda decorrente da realização dos furos, por haver uma diminuição da área desses elementos e, por consequência, sua capacidade de carga.

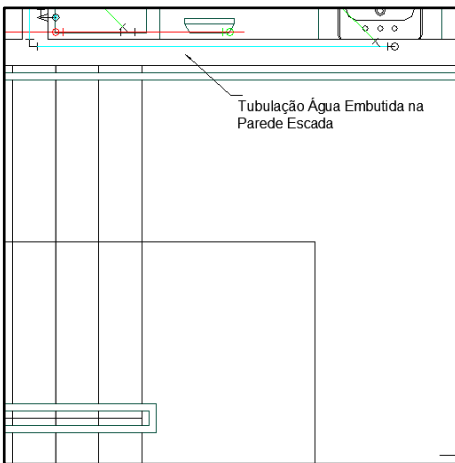
A solução foi deslocar a caixa de inspeção, baixando seu nível, para não necessitar furar a viga, o que seria possível em virtude de o fato ter ocorrido no subsolo da edificação.

Figura 6-28- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe 5 (caso A).



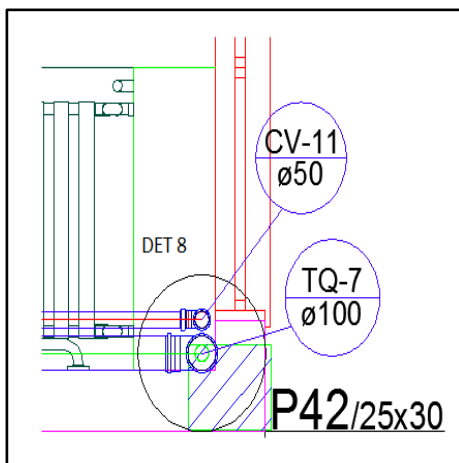
As normas preveem que as escadas dos edifícios devem ser fechadas com materiais resistentes a fogo. Na figura 6-29, visualiza-se uma tubulação de água passando através da parede da escada. Para se executar o projetado, necessário efetuar rasgos na alvenaria e, com isso, diminuir a resistência das paredes ao fogo, o que não recomendável ao caso.

Figura 6-29- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, (caso A).



No detalhe 8 da Figura 6.30, vê-se o conflito do pilar 42 com a tubulação de esgoto. Porém, para a solução da interferência deveria-se deslocar a tubulação para a parede ao lado, pois se a tubulação for movimentada como dispõe o projeto e executada uma mocheta para revestir as tubulações, seria necessário diminuir o tamanho da janela do banheiro.

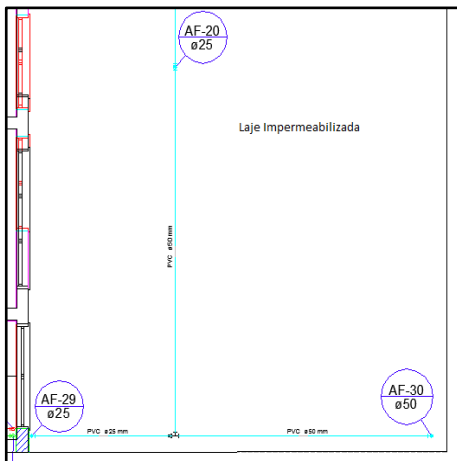
Figura 6-30- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe 8 , (caso A).



No pavimento térreo existe uma área externa utilizada para passar a tubulação de água (figura 6.31). A laje deve ser impermeabilizada, com especificação no memorial descritivo de que a região deve ser revestida com piso cerâmico.

Por se tratar de pequenos furos em uma laje, a perda de seção transversal da laje nesse caso não acarreta em problemas, porém a falta de detalhamento da impermeabilização nesses furos podem gerar futuros incômodos.

Figura 6-31- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, (caso A).



Através das incompatibilidades encontradas entre o projeto arquitetônico x estrutural x hidrossanitário confeccionou-se a Tabela 3, seguinte:

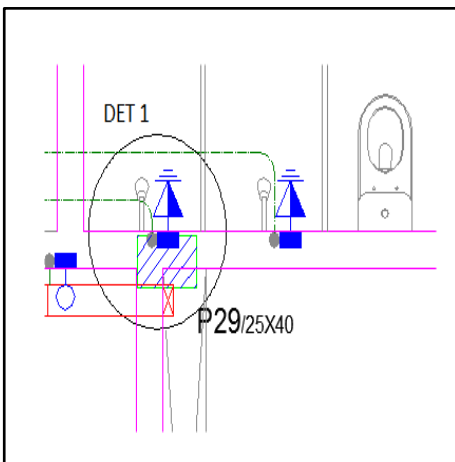
Tabela 2 - Resumo das Incompatibilidades Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário

Análise de Incompatibilidade Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário				
Elemento Hidrossanitário	Elemento Arquitetônico/Estrutural	Interferência Física / Funcional	Motivo da Interferência	Sugestão
Tubulação de água	Pilar	Passagem de tubulação pelo pilar	Não observância do Pilar	Mudança do sentido, mandando a Tubulação pelo forro
Tubulação de esgoto	Sala de repouso	Tubulação na cabeceira da	Não observância do Arquitetônico	Mudança de direção e execução de mucheta
Tubulação de água	Pilar	Passagem de tubulação pelo pilar	Não observância do Pilar	Mudança do sentido, mandando a Tubulação pelo forro
Tubulação água/esgoto	Pilar	Passagem de tubulação pelo pilar	Não observância do Pilar	Houve mudança de layout levando a pia para o lado oposto do recinto
Tubulação esgoto/ventilação	Pilar	Falta de lugar para passagem da tubulação	Não observância de layout	Execução de mucheta
Tubulação esgoto	Pilar / viga	Intersecção da tubulação com viga e pilar	Não observância dos elementos estruturais	Mudança de direção e baixar o nível da caixa de inspeção
Tubulação água	Parede da escada	Rasgo da alvenaria	Não levou em conta a resistência dos materiais	Mudança de direção, levando pelo teto
Tubulação água	Pilar	Passagem de tubulação pelo pilar	Não observância do Pilar	Mudança na posição da tubulação e execução de mucheta
Tubulação água	Laje	Passagem de tubulação pela laje	Não observância da laje	-

6.1.4 Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico

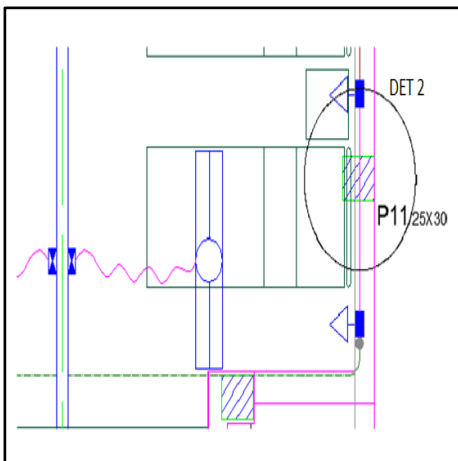
Na Figura 6.32, o eletroduto e o ponto de energia alimentador do chuveiro se encontram em conflito com o pilar 29. A solução seria deslocar o ponto de energia em torno de 5 cm.

Figura 6-32- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 1 (caso A).



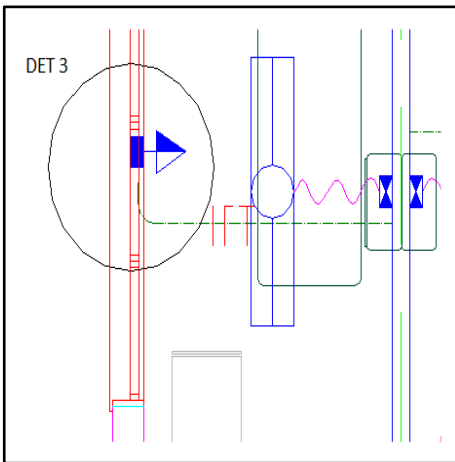
No detalhe 2 da Figura 6-33, é possível notar os eletrodutos passando por um pilar. Tal interferência poderia ser facilmente resolvida prolongando a fiação pela eletrocalha e sendo direcionados os fios diretamente para a tomada desejada.

Figura 6-33-Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 2, (caso A).



Na figura 6-34 detecta-se uma incompatibilidade no projeto. A tomada para ser alimentada com as respectivas fiações está a uma altura de 1,10 m do piso e irá receber-lhe pelo teto, através de eletrodutos. Todavia, segundo o detalhe 3, este eletroduto irá passar pelo meio da janela. Para resolver esta falha, desloca-se a tubulação para ao lado da esquadria.

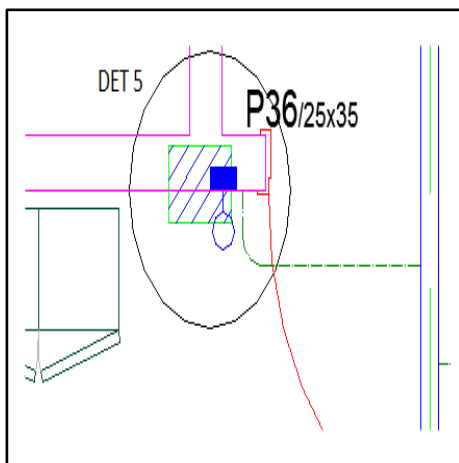
Figura 6-34-Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 3, (caso A).



Outra falta de compatibilidade pode ser notada na Figura 6.26. O interruptor do ambiente está localizado no mesmo ponto que o pilar, inviabilizando a furação de um elemento estrutural para embutir uma caixa.

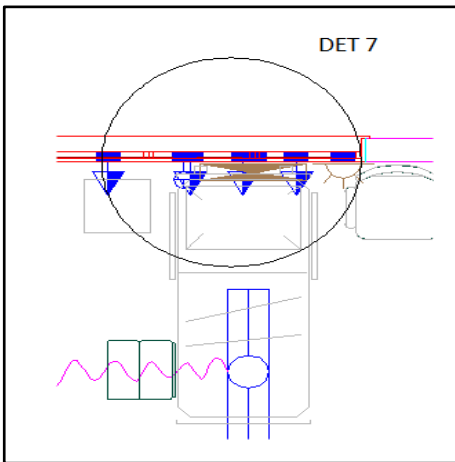
Porém, a distância entre o pilar e a porta é suficiente para a localização do interruptor, não gerando danos à execução do empreendimento.

Figura 6-35-Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 5 (caso A).



A Figura 6-36 demonstra um conjunto de tomadas executadas a 1,20m do piso, coincidindo com uma arandela à mesma altura. Para se eliminar essa incompatibilidade usou-se, nesta situação, uma régua hospitalar de energia que possui quatro tomadas e uma lâmpada, pois para a instalação desta régua necessita-se apenas um ponto de energia.

Figura 6-36-Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 7, (caso A).



Através das incompatibilidades encontradas entre o projeto arquitetônico x estrutural x elétrico montou-se a Tabela 4, a seguir colacionada:

Tabela 3 - Resumo das Incompatibilidades Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico.

Análise de Incompatibilidade Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico				
Elemento Elétrico	Elemento Arquitetônico/Estrutural	Interferência Física / Funcional	Motivo da Interferência	Sugestão
Tomada	Pilar	Sobreposição da tomada em relação ao pilar	Não observância do Pilar	Deslocado a tomada para o lado do pilar
Eletroduto	Pilar	Eletroduto passando por	Não observância do Pilar	Mudança de destino do eletroduto
Eletroduto	Janela	Sobreposição do eletroduto pela janela	Não observância da Janela	Mudança de destino do eletroduto
Interruptor	Pilar	Sobreposição do interruptor em relação ao pilar	Não observância do Pilar	Deslocamento do interruptor para o lado
tomada/Arandel a	-	Conflito entre o proprio projeto eletrico	Não observância de altura de elementos	Troca por regua especifica contendo tomada/lampada

6.2 CASO B

6.2.1 Dados da Obra

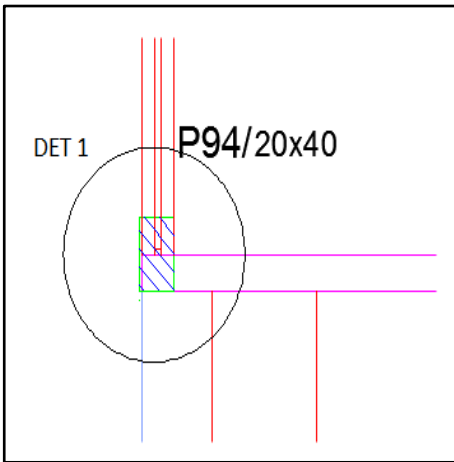
A segunda obra estudada possui uma área total 3291,56m², sendo disposta 1148,00 m² no primeiro pavimento, 823,58m² no segundo pavimento, 659,99 m² no terceiro e 659,99 m² no quarto pavimento, as áreas como caixa d'água, casa de maquinas e subsolo possuem juntas 1324,15 m², o subsolo será utilizado apenas como garagem. (Anexo B)

O empreendimento esta sendo construída em concreto armado moldado in loco, sua vedação será em bloco cerâmico com revestimento em pintura, pastilhas e azulejos, a região é contemplada com rede de tratamento de esgoto e abastecimento de agua, a edificação ainda possuíra reaproveitamento de agua da chuva para utilizar em seus banheiros e pontos com água aquecida.

6.2.2 Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural

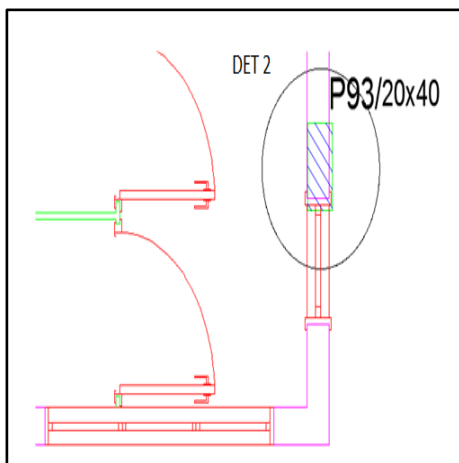
A primeira incompatibilidade de projeto é representada pela Figura 6.37 em que se pode notar a interferência do pilar 94 na janela. A solução a ser adotada é a diminuição da janela.

Figura 6-37 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 1(caso B).



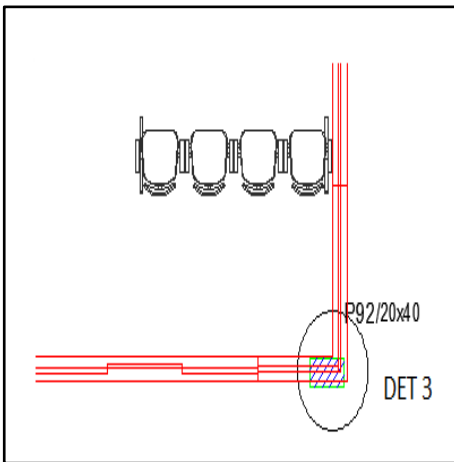
O segundo caso (Figura 6-38) também está relacionado à desconformidade do pilar com a janela do banheiro. Mesmo tendo a opção de diminuir a janela, solicitou-se o fechamento total da esquadria, até porque o banheiro já possui uma esquadria de tamanho maior.

Figura 6-38 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 2(caso B).



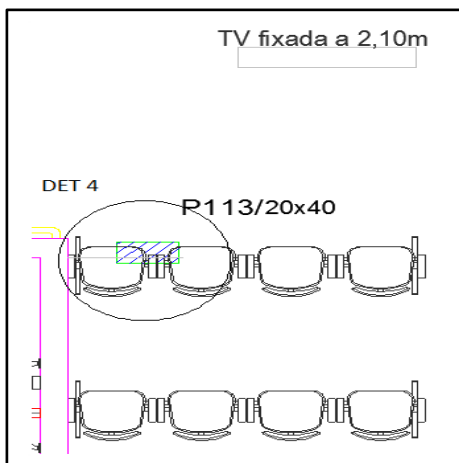
No detalhe 3 da Figura 6-39, nota-se novamente o efeito da incompatibilidade entre pilar/janela. Neste caso, deveria ser dividida a janela tomando a quina da edificação como ponto de divisão. E com isso nota-se que não houve uma conferencia depois de efetuado o lançamento da estrutura no que tange a locação dos pilares.

Figura 6-39 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 3(caso B).



Na Figura 6-30, opilar 113 está locado no mesmo ponto das cadeiras do setor de espera. Uma das maneiras de solucionar este problema é diminuir o número de bancos na primeira fileira e, em seguida, o deslocamento da televisão para que não fosse prejudicada a visão das pessoas situadas na segunda fileira.

Figura 6-40- - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 4(caso B).

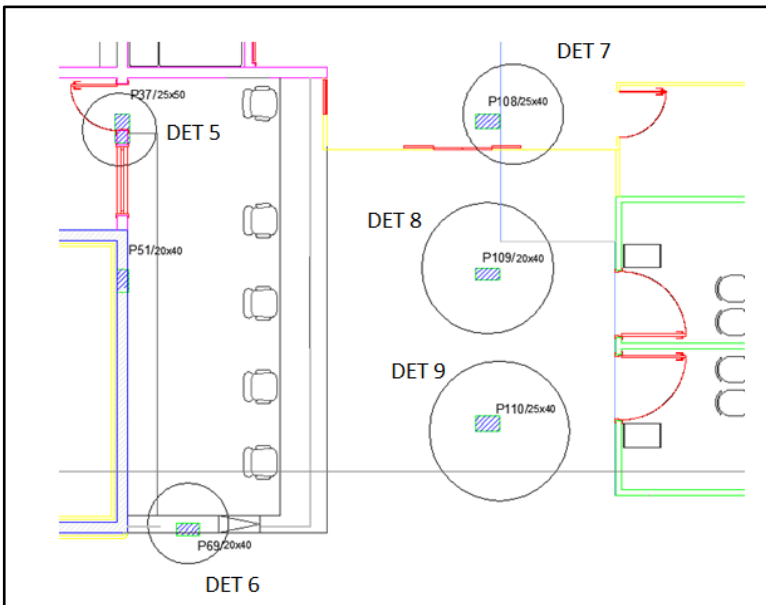


Uma das situações de maior incompatibilidade neste trabalho está demonstrada na Figura 6-41. O pilar 37 está executado no meio da porta. Já o pilar 69 está locado em conflito com o balcão de atendimento. Os pilares 109 e 110, por sua vez, estão no meio da circulação, dificultando a movimentação das pessoas. O pilar 108 foi executado em frente a uma porta com grande circulação de pessoas e, além disso, visualmente falando, a colocação desses itens é inoportuna.

Para a resolução desses problemas, caso não seja possível recalcular a estrutura daquela região a fim de mudar os pilares de posição, será necessário realizar uma mudança de *layout* significativa na entrada da edificação.

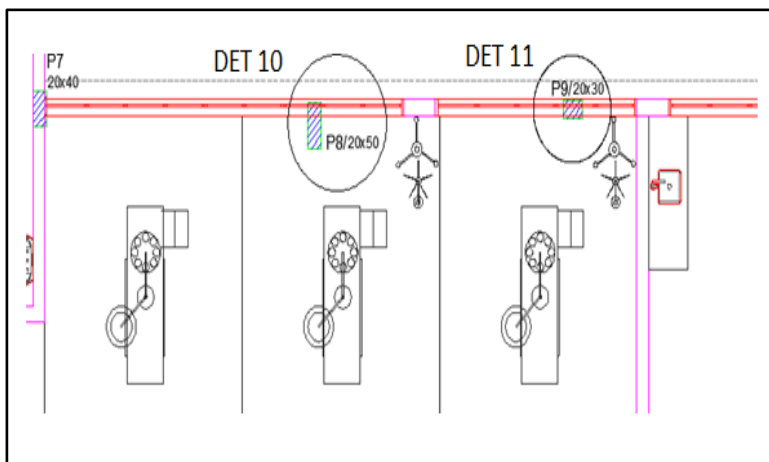
Entretanto tamanha incompatibilidade leva-se a uma dúvida quanto aos projetos licitados. Pois pode ter ocorrido uma mudança significativa no projeto arquitetônico, sem esta ter sido repassado essas alterações aos outros projetistas.

Figura 6-41- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhes 5,6,7,8,9(caso B).



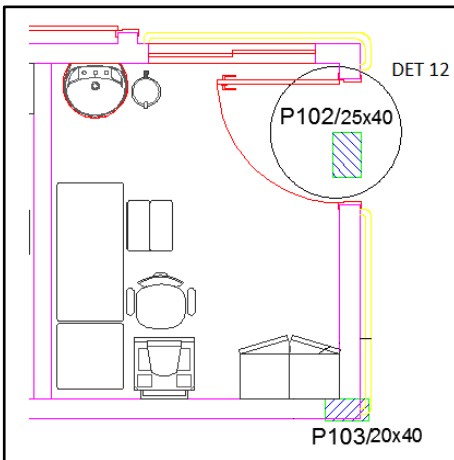
Os detalhes 10 e 11 da Figura 6-42 mostram a execução de pilares atravessando janelas externas. Para afastar tal interferência, caberia a criação de novas janelas, em que os pilares fariam a função de ponto de divisão para essas esquadrias. Ainda assim, tal solução irá provocar um desconforto visual. A melhor alternativa seria um recálculo dos esforços a fim de redistribuir os pilares P8 e P9.

Figura 6-42- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 10 e 11(caso B).



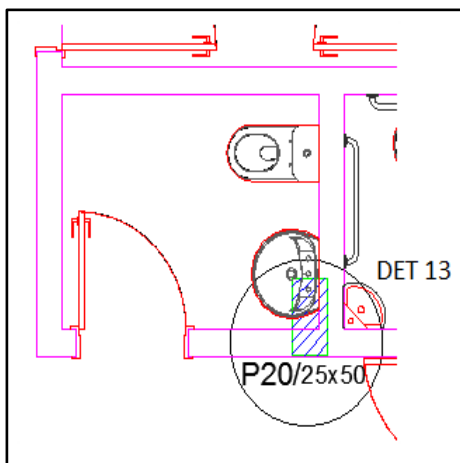
A mudança no *layout* é a alternativa para resolver a incompatibilidade existente na Figura 6-43, pois o pilar 102 está passando no meio da porta de entrada do consultório. Fato que ressalta a possível mudança no *layout* sem o aviso para os demais projetistas, tendo um individualismo nas ações. Assim não cria-se um fluxo de informação como a Engenharia Simultânea prioriza.

Figura 6-43- - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 12(caso B).



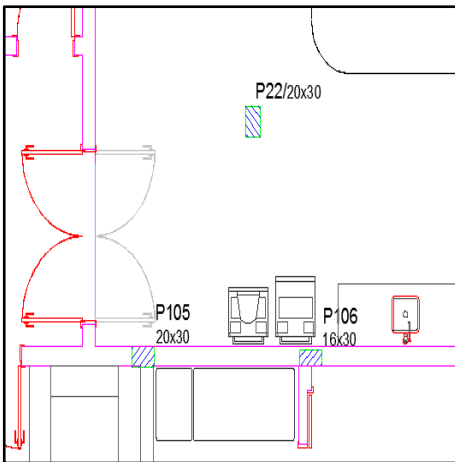
O detalhe 13 da Figura 6-44 mostra a falha no *layout* do lavabo, pois a posição da pia conflita com a disposição do pilar 20. Este erro pode se agravar caso o projetista das instalações hidráulicas tome como base apenas o projeto arquitetônico. Este caso percebe-se que o modo de projetar levou em conta o projeto tradicional sem a interação entre os projetistas. Ainda que a interferência seria facilmente resolvida mudando a pia para parede ao lado.

Figura 6-44- - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 13(caso B).



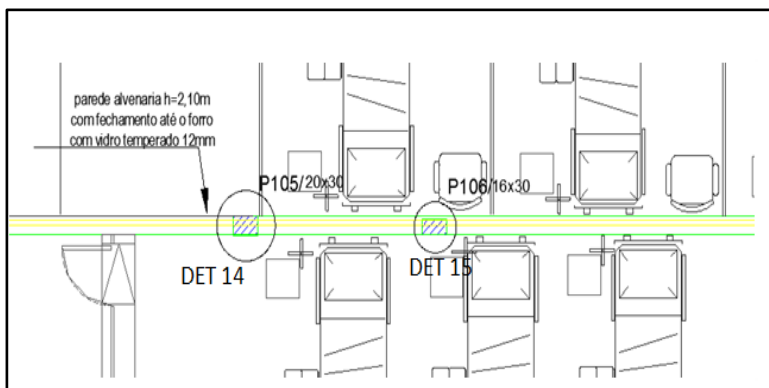
A execução do pilar 22, como mostra a Figura 6.45, causará um incômodo visual e de locomoção, pois se encontra na entrada da sala de urgência. Deveria se propor ao calculista uma mudança do pilar, se possível, a fim de embuti-lo na parede junto à porta, tornando a área de circulação da sala de urgência mais livre.

Figura 6-45- - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, (caso B).



No segundo pavimento, a divisão entre a sala de observação pediátrica e adulta é realizada através de uma parede mista, ou seja, 2,10 m de alvenaria e o restante até o forro com vidro, como mostra a figura 6.46. Porém, nesta parede constam dois pilares, criando uma interferência. A maneira de executar essa incompatibilidade seria continuar com a vedação de bloco e vidro e, nos espaços dos pilares, executar um recorte nos vidros.

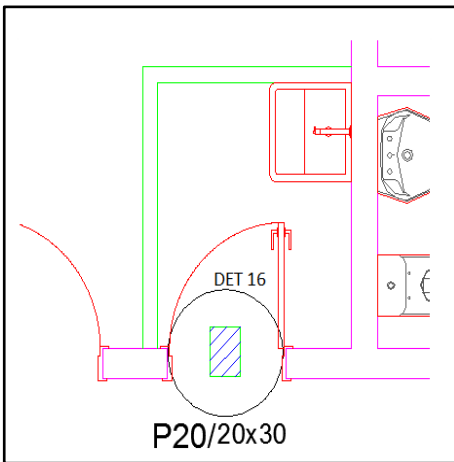
Figura 6-46- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 14 e 15(caso B).



A Figura 6.47, detalhe 16, mostra o pilar 20 atravessando a porta, no quarto pavimento da edificação. A eliminação da incompatibilidade dá-se deslocando a porta para a direita.

Fato esse que ressalta a não utilização de uma pessoa, coordenador de projetos, para auxiliar nas tarefas de elaboração de projetos. Pois os erros se repetem nas ocasiões e demonstram o individualismo na execução.

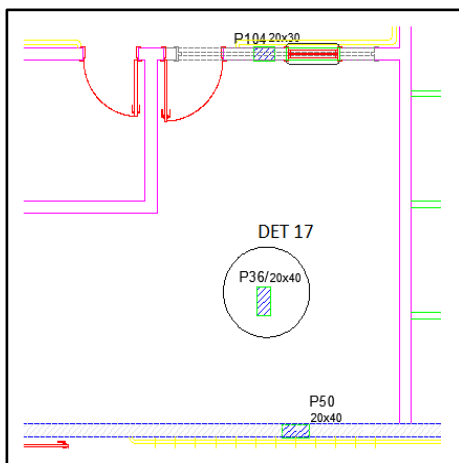
Figura 6-47- Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 16(caso B).



A última incompatibilidade arquitetônica x estrutural encontrada está relacionada ao pilar 36, executado no meio do ambiente, conforme Figura 6.48. Por se tratar de um local de almoxarifado, oportuna uma mudança de *layout* para adaptar-se ao pilar.

Novamente leva-se a dúvida se o projeto arquitetônico não passou por alterações, sem que os demais projetistas fossem avisados.

Figura 6-48- - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural, detalhe 17(caso B).



Através das incompatibilidades encontradas entre o projeto Arquitetônico x Estrutural montou-se a Tabela 5. Veja-se:

Tabela 4 - Resumo das Incompatibilidades Projeto Arquitetônico x Estrutural

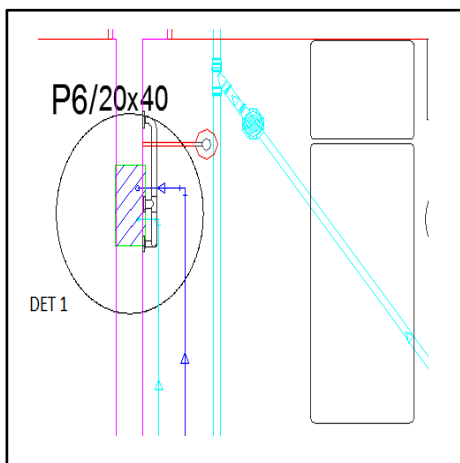
Análise de Incompatibilidade Projeto Arquitetônico x Estrutural				
Elemento da Estrutura	Elemento da Arquitetônico	Interferência Física / Funcional	Motivo da Interferência	Sugestão
Pilar	Janela	Pilar atravessando janela	Não observância da localização da janela	Redução da janela
Pilar	Janela	Pilar atravessando janela	Não observância da localização da janela	Fechamento do vão da janela com alvenaria
Pilar	Janela	Pilar atravessando janela	Não observância da localização da janela	Divisão da esquadria
Pilar	Banco de espera	Pilar sobrepondo cadeira	Não observância das cadeiras	Redução no numero de cadeiras
Pilar	Balcão	Pilar sobrepondo balcão	Não observância do balcão	Fechamento da area até o pilar
Pilar	layout de circulação	Pilar em area de circulação e entrada	Não observado layout arquitetônico	Mudança na posição dos pilares ou no Layout da entrada
Pilar	Janela	Pilar atravessando janela	Não observância da localização da janela	Divisão da esquadria
Pilar	Porta	Pilar atravessando porta	Não observância da porta	Mudança de local da porta
Pilar	Layout de pia	Pia sobrepondo pilar	Não observância do pilar	Deslocamento da pia
Pilar	layout de circulação	Pilar em area de circulação	Não observado layout arquitetônico	Mudança na posição do pilar
Pilar	Fechamento em vidro	Pilar passando pro vidro	Não observância do vidro	Recorte do vidro
Pilar	Porta	Pilar atravessando porta	Não observância da porta	Deslocamento da porta
Pilar	layout de sala	Pilar no meio da sala	Não observado layout arquitetônico	Readequação do layout interno da sala

6.2.3 Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário

A Figura 6.49 mostra duas interferências. Na primeira, os pontos de água quente e fria estão localizados junto ao pilar 6. Este vício é resolvido com o deslocamento da tubulação para o lado do pilar.

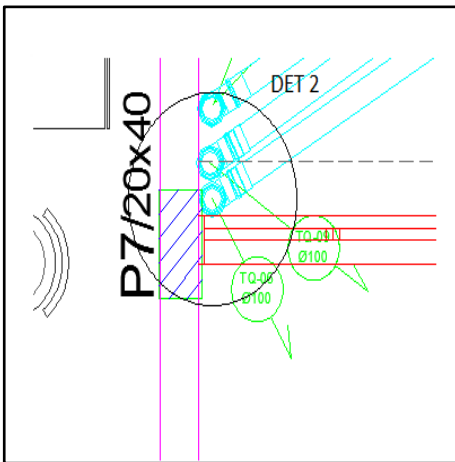
A segunda incompatibilidade refere-se à localização da caixa sifonada, que se encontra no meio do quarto, além de não haver uma divisão ou rebaixo entre este cômodo e o banheiro. Este problema pode ser resolvido pela movimentação da caixa sifonada para o canto e pela realização de um rebaixo na região de banho.

Figura 6-49 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe1, (caso B).



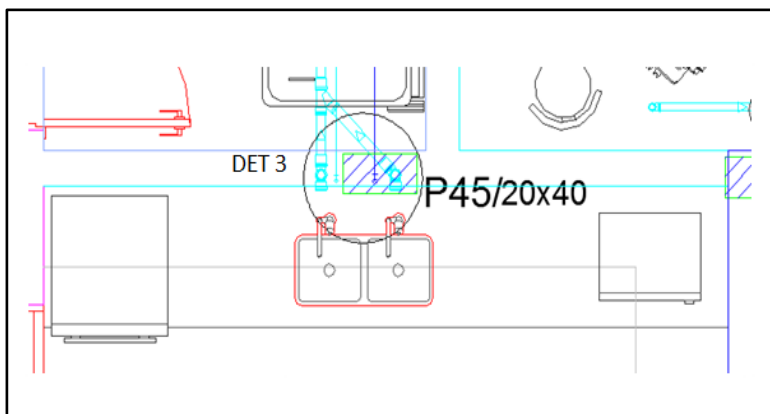
No detalhe 2 da Figura 6-50 nota-se a prumada de tubulações descendo rente à parede próxima a janela. Todavia, as tubulações cobrem um pedaço da janela. A forma de solucionar o fato seria a redução da janela em torno de 12 cm e execução de uma mocheta para esconder as tubulações.

Figura 6-50 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe2 (caso B).



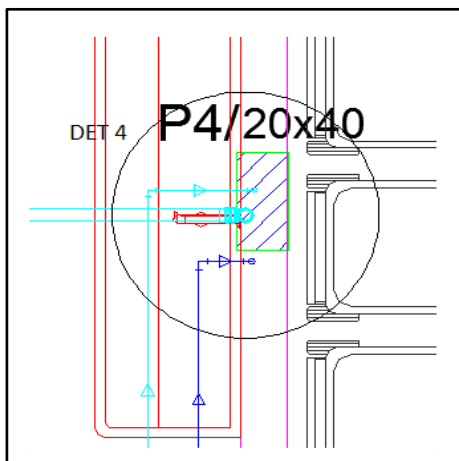
A seguir, mostra-se a interferência física nas tubulações de água fria e esgoto (Figura 6.51). Novamente, nota-se que o projeto hidrossanitário do ambiente não foi realizado levando em conta também o projeto estrutural, pois a saída de esgoto e o ponto de alimentação de água encontram-se em um pilar, salientando o individualismo na forma de projetar. Para resolver a interferência, cabe o deslocamento de duas pias, para a direita ou a esquerda do pilar.

Figura 6-51 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe3, (caso B).



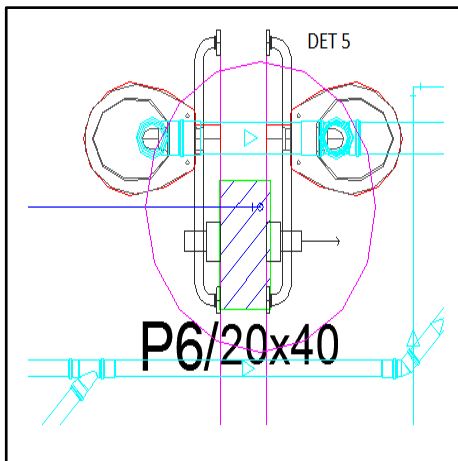
O detalhe 4 (Figura 6.52) revela um caso semelhante ao citado acima, qual seja, a interferência da tubulação de esgoto e água fria.

Figura 6-52 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe4, (caso B).



A tubulação que irá alimentar os vasos sanitários coincide com o pilar 6 (Figura 6.53). Além disso, as barras de apoio de deficientes encontram-se fixadas no pilar.

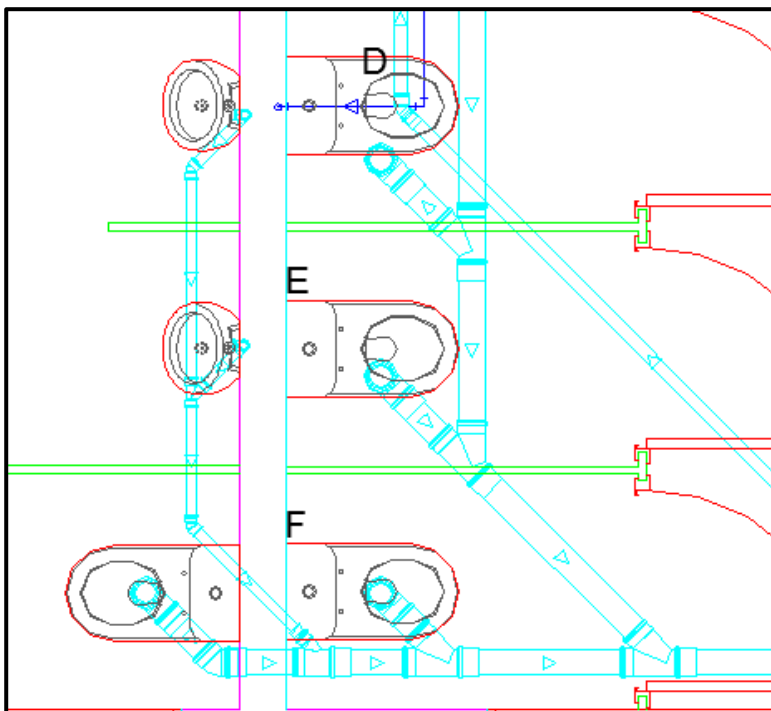
Figura 6-53 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, detalhe5, (caso B).



Na figura 6-54, somente o primeiro vaso sanitário é alimentado com água. Os demais vasos e mictórios não possuem ligação de água. É possível ainda notar o desalinhamento nas saídas de tubos de esgotos dos vasos sanitários, bem como que, em um dos pontos de saída do esgoto dos vasos, existe uma tubulação de outro ramal de esgoto pela região, impossibilitando seja realizada a conexão.

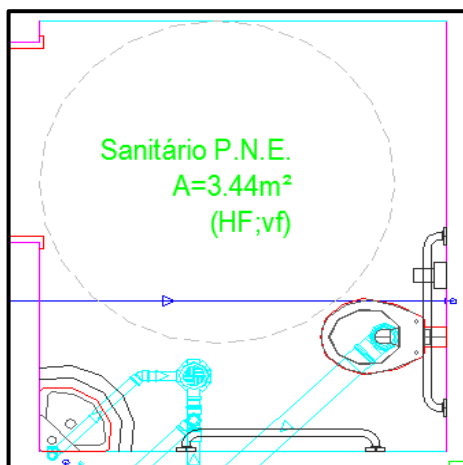
A falta de água nos últimos três vasos e um mictório pode ser resolvida estendendo-se a tubulação do vaso sanitário alimentado com água. O desalinhamento ocorre apenas em face de falta de organização, não tendo nenhuma barreira física.

Figura 6-54 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário, (caso B).



No banheiro de pacientes com necessidades especiais (figura 6.55) há uma caixa sifonada no meio do trajeto vaso/pia. Por se tratar de local onde ocorrerá a circulação de cadeiras de rodas, se o material da caixa não for de alta resistência poderá quebrar devido ao peso da cadeira de roda, o que trará transtornos aos frequentadores desses locais. O problema pode ser facilmente resolvido com a movimentação da caixa sifonada para local próximo à parede, saindo da área de circulação.

Figura 6-55 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário (caso B).



Através das incompatibilidades encontradas entre o projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário confeccionou-se a Tabela 6, seguinte:

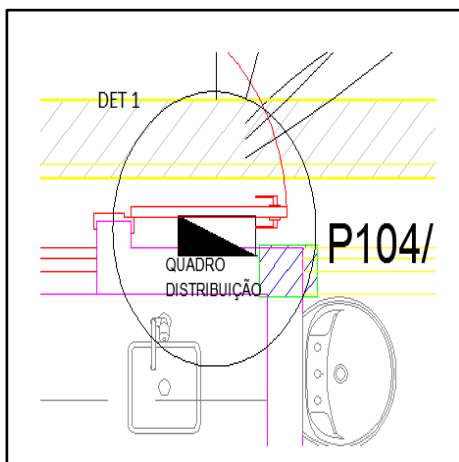
Tabela 5 - Resumo das Incompatibilidades Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário.

Análise de Incompatibilidade Projeto Arquitetônico x Estrutural x Hidrossanitário				
Elemento Hidrossanitário	Elemento Arquitetônico/ Estrutural	Interferência Física / Funcional	Motivo da Interferência	Sugestão
Tubulação de água	Pilar	Ponto de água sobre o pilar	Não observância do Pilar	Deslocamento do ponto de água
Tubulação de esgoto	Janela	Tubulação reduz visibilidade	Não observância do Arquitetônico	Execução de mocheta e redução esquadria
Tubulação de água e esgoto	Pilar	Passagem de tubulação pelo pilar	Não observância do Pilar	Deslocamento da pia
Tubulação de água	Layout do banheiro	Tubulação de água não vai a todos elementos	Erro na hora de projetar	Prolongar alimentação de água
Caixa sifonada	Layout do banheiro	Circulação	Não observância da utilização	Deslocamento da caixa sifonada

6.2.4 Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico

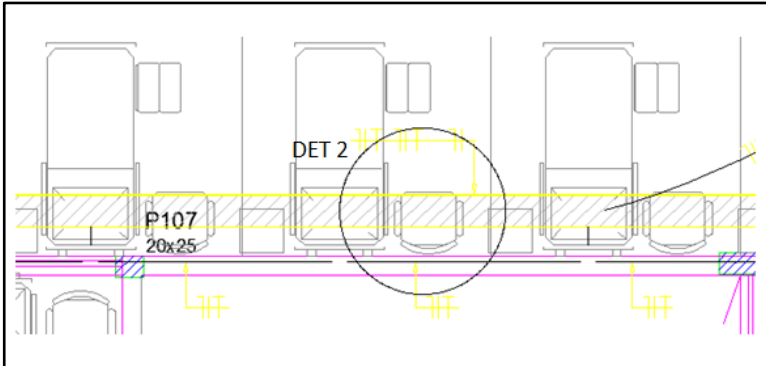
A Figura 6.56 demonstra que o quadro de distribuição ficou atrás da porta, em um lugar adequado. Porém, neste caso, percebe-se que ao a porta irá bater no quadro de distribuição todas as vezes em que for aberta. Para que não haja tal problema, deve-se deslocar a porta 5 a 10 cm para não ocorrer perigo de contato.

Figura 6-56 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 1,(casoB).



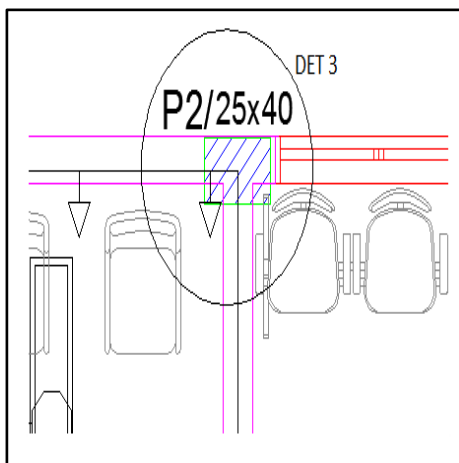
Com relação à Figura 6-57, nota-se que a parte elétrica da obra é estruturada para a passagem das fiações em eletrocalha, facilitando em futuras manutenções, notadamente quando se usa forro removível, como é no empreendimento estudado. Todavia, verifica-se que a execução de eletrocalhas sobre a cama de pacientes não é o lugar mais apropriado, pensando em futuras manutenções destas. Tais equipamentos devem ser colocados no meio do ambiente, facilitando o seu acesso.

Figura 6-57 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 2,(casoB).



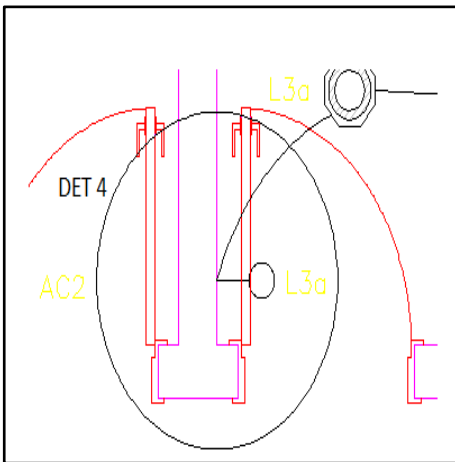
No detalhe 3 da Figura 6-58 encontra-se interferência física entre o projeto estrutural e elétrico. Os fios estão passando pelo pilar e ainda consta um ponto de tomada sobre ele. Para resolver o ocorrido, poderia ser colocada a fiação sobre o forro, através de eletrodutos, sem que se precisassem dispor os fios pelo ambiente. Apenas desceriam os fios, direto do forro para uma tomada e o ponto desta seria deslocado em centímetros, afastando-se a sobreposição ao pilar.

Figura 6-58 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 3,(casoB).



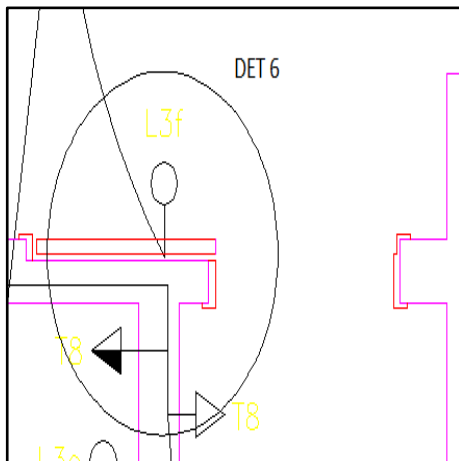
A figura 6-59 demonstra a incompatibilidade do projeto arquitetônico com o elétrico. Percebe-se que o interruptor de luz ficou atrás a porta quando aberta, dificultando o seu acionamento. Para resolver o problema, seria necessário deslocar o interruptor para o outro lado da porta.

Figura 6-59 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 4 (casoB).



O detalhe 5 da Figura 6-60 ilustra conflito de projetos, gerando a incompatibilidade. Neste caso, o equívoco dá-se entre as tomadas do projeto elétrico e o pilar do estrutural. Para tanto, a solução a ser apresentada é simplória: levar a fiação por eletrodutos sobre o forro e descê-la ao lado do pilar.

Figura 6-61 - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico, detalhe 6,(casoB).



Através das incompatibilidades encontradas entre o projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico montou-se a Tabela 7, constante abaixo:

Tabela 6 - Resumo das Incompatibilidades Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico.

Análise de Incompatibilidade Projeto Arquitetônico x Estrutural x Elétrico				
Elemento Elétrico	Elemento Arquitetônico/ Estrutural	Interferência Física / Funcional	Motivo da Interferência	Sugestão
Quadro de distribuição	Porta	Porta encosta no quadro	Não observância da distância	Deslocamento da porta
Eletrocalha	Cama pacientes	Eletrocalhas em cima da cama	Não observância do layout	Deslocamento das eletrocalhas
Eletroduto	Pilar	Eletroduto atravessando pilar	Não observância do Pilar	Mudança de destino do eletroduto
Tomada	Pilar	Sobreposição da tomada em relação ao pilar	Não observância do Pilar	Deslocamento da tomada para o lado
Interruptor	Layout	Interruptor escondido atrás da porta	Não observância do layout	Deslocamento do interruptor para outro lado da porta
Eletroduto	Pilar	Eletroduto atravessando pilar	Não observância do Pilar	Mudança de destino do eletroduto
Tomada	Pilar	Sobreposição da tomada em relação ao pilar	Não observância do Pilar	Deslocamento da tomada para o lado
Interruptor	Layout	Interruptor escondido atrás da porta	Não observância do layout	Deslocamento do interruptor para outro lado da porta

6.3 ANÁLISE DOS CASOS

Foi possível verificar que, nas duas obras acima, a realização dos projetos não condiz à forma de projetar simultânea, como apresentado no capítulo de Engenharia simultânea, em que enfatizou-se a necessidade da troca de dados e informação entre os projetistas, fatos esses que não ocorreram, evidenciados pelas inúmeras interferências entre os projetos.

Por instantes, duvidou-se da igualdade dos projetos arquitetônico e seus complementares, pois as interferências foram tão grosseiras que se levantou a hipótese do projeto arquitetônico ter sido alterado sem serem repassadas essas alterações aos demais projetistas. E, mesmo com essas interferências, os projetos foram à licitação.

Assim, notou-se que a coordenação de projeto não se fez presente na oportunidade da elaboração, o que se concluiu pela repetição das interferências nas duas obras. Como mencionado, a retroalimentação na forma de projetar e a experiência do coordenador de projeto ajudam a diminuir as incompatibilidades em obras. Essas interferências poderiam ter sido resolvidas já no início do projeto, momento esse mais oportuno para a mudança, sem grandes dificuldades tanto técnicas quanto financeiras.

Mas como isso não ocorreu, as dúvidas e interferências tiveram que ser solucionada em obra, gerando desperdício de material e mão de obra. O retrabalho para execução destes imprevistos, além de não gerar confiabilidade aos projetistas, implica na necessidade de realizar novas etapas, o que não agregará valor ao produto final.

A demora nas decisões entre o responsável pelos projetos e a fiscalização fez com que a empresa executora dos projetos parasse por vários momentos em função da incompatibilidade dos projetos, subutilizando sua mão de obra, cujo valor sabe-se elevado.

Mesmo não sendo obrigação da empresa que estava executando os projetos, relevante seria que a empresa tivesse seu próprio compatibilizador para garantir uma maior agilidade nas decisões, o que impactaria na esfera financeira.

Mesmo não sendo a forma mais utilizada hoje em dia, a sobreposição dos projetos em 2D, conseguiu verificar inúmeras incompatibilidades, principalmente aquelas que se repetiram em ambas as obras. Com o auxílio de ferramentas 3D, seria possível uma visão mais ampla de todo o empreendimento, ajudando a reduzir ainda mais o número de interferências na hora da execução.

Vale ressaltar que o número de interferência não foi maior devido à utilização de um pé direito alto, possibilitando a utilização de eletrocalhas para passagem das fiações elétricas, diminuindo o número de tubulações embutidas nas paredes. O pé direito alto ajudou também nas instalações hidrossanitárias, pois não necessitou furar elementos estruturais, já que a altura entre o forro e a laje era próxima a 1 metro.

7 CONCLUSÕES

Com o fim deste trabalho, notou-se que nenhuma das obras contou com a colaboração de uma pessoa especializada em compatibilização de projetos, fato esse ressaltado pelas inúmeras interferências encontradas. Todo o processo de realização dos projetos foi elaborado da maneira sequencial, ou seja, na horizontalidade, não dando margem para possível integração entre os projetistas.

Existem alguns pontos a serem ressaltados buscando melhorar a qualidade nos projetos de obra pública. O primeiro ponto refere-se ao aumento no tempo gasto com a elaboração dos projetos, pois quanto maior o tempo para estudos e detalhamento dos projetos, menor serão as interferências construtivas em obras.

Segundo, a compatibilidade de projetos deveria integrar o edital de licitação, como um de seus requisitos, alertando às empresas participantes da licitação de que haverá tal item, obrigando-as ao seu cumprimento.

O terceiro ponto também cuida-se de exigência a ser realizada quando da abertura do edital. A Administração Pública deveria exigir, quando da abertura do edital, que em seu corpo técnico houvesse pessoa responsável pela compatibilização de projetos, nos moldes relatados neste trabalho, e não apenas limitar-se à contratação pelo melhor preço. É que a economia inicial em projetos quase que totalmente produzirá aumentos excessivos quando da execução das obras, o que é acentuado pela negligência na fiscalização sobre as empresas.

Outro ponto a ser indicado é o baixo detalhamento nos projetos executivos, a revelar a baixa qualidade das obras públicas no Brasil. Muitas das vezes, por esta carência de detalhes, as dúvidas construtivas são resolvidas na própria obra. A distância, ou a barreira existente entre projetistas e empresas responsáveis pela execução dos projetos, cria-se uma dificuldade no fluxo de informações, o que contraria os princípios da Engenharia Simultânea, já mencionados neste trabalho acadêmico. Existem situações em que anos se passam entre o início e o fim da obra, aumentando ainda mais a dificuldade de entrosamento.

A baixa qualidade dos projetos, principalmente nos casos elencados neste trabalho monográfico – obras públicas –, tem por consequência a sua mudança no momento execução. Ou seja, determinado item que não era planejado agora deverá ser realizado para conformar o projeto à execução, importando em aditivos, a gerar prejuízo tanto financeiro como temporal. Estes aditivos, na maioria dos casos, não agregam valor ao produto final porque não se cuidam de melhorias das obras, mas sim em possibilidade de executar aquilo que outrora foi mal planejado.

Os problemas em obras públicas vão além de um projeto mal elaborado ou uma mão de obra desqualificada. O interesse político gera mudanças na funcionalidade de certas obras, muitas vezes, mudanças eleitoreiras.

Mesmo sem um planejamento de projeto, fazem-se projetos rapidamente para garantir verbas oriundas do governo ou programas de incentivos. O uso de projetos executados para fabricação em grande escala, geram-se aditivos financeiros e obras de baixa qualidade. Pois cada local a serem empregados esses projetos detém suas características próprias.

Por fim, verificou-se que, independente da obra, seja ela pública ou privada, a compatibilização de projetos cuida-se de etapa que não pode ser suprimida para se ter um produto de qualidade e quebra o paradigma de ser apenas um ônus financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHE. A. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação Departamento de Logística e Serviços Gerais. Rio de Janeiro, 2012.

ANDRADE, M. R. Contribuições ao processo de compatibilização de projeto sobre a perspectiva do atendimento das exigências dos usuários prevista na NBR15575. Dissertação de Mestrado, UFG. Goiânia/ GO, 2012.

ANTUNES, A. C. Logística no canteiro de obras, utilizando os princípios da construção enxuta, comunidade da construção. Seminário de Logística. Rio de Janeiro/ RJ, 2012.

ANUNCIAÇÃO R. Regime Diferencial de Contratação e Modalidade de licitação. Curso de Pós – graduação. Uniseb/ São Paulo, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: Manutenção de edificações – Procedimentos, SET/1999.

ÁVILA, V. M. Compatibilização de Projetos na Construção Civil Estudo de Caso de um Edifício Residencial Multifamiliar. Monografia, UFMG. Belo Horizonte/MG, 2011.

BARROS NETO, J. P. Gerenciamento de contratos de obras públicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Paulo, 1993.

BARROS NETO atel. Programa de inovação da Indústria da Construção Civil do Estado Do Ceará. Modulo 1/6. UFC, 2005.

BERNARDES, M. M. S. Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.

BORDALO, R. H. C. Construção Fragmentada: Uma Análise Gerencia dos Processos Construtivo do Complexo de Presídios do Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI) da UFPA. Tese de Mestrado, UFPA. Belém /PA, 2013.

BRASIL. Lei 8.666, de 21 junho de 1993. Regulamentada o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e

contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Obras públicas: recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras públicas / Tribunal de Contas da União. – 3. ed. Brasília : TCU, SecobEdif, 2013.

CASTELLANO, S. Proposição de um Modelo para Planejamento e Desenvolvimento de Projetos em Empresas de Alta Tecnologia. Tese Mestrado, UFSC. Florianópolis/SC, 1996.

CASTRO, E.M.C. Patologia dos edifícios em estrutura metálica. Dissertação -Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto,1999.

CLETO, M. G. ; SANTOS, C. A. . Produção enxuta: um estudo de caso de aplicação numa empresa multinacional instalada no Brasil. In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Curitiba/PR, 2002.

CORRÊA, C. V.; ANDERY, P. R. P .Dificuldades para a implementação de projetos para a produção de alvenaria: um estudo de caso. Gestão e Tecnologia em projetos, São Paulo, 2006.

COSTA, B. B. F. Contribuição Para Melhoria do Processo de Licitação de Obras da Construção Civil : Uma Análise Comparativa Entre Fontes de Custos. Tese de Metrado, UFF. Niterói/RJ, 2010.

CRESPO, C. C. ; RUSCHEL, R. C. Ferramentas BIM : Um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto. III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, Porto Alegre/ RS , 2007.

CUNTO, I. Identificação de Competência de Coordenadores de Projeto na Construção Civil. Tese de Mestrado, UEL. Londrina/PR, 2006.

EQUIPE DA OBRA,Revista ed. 65. Editora Pini, São Paulo.

FABRICIO , M. M. ; MELHADO, S. B.. Desafio para integração do processo de projeto na construção de edifícios, EESC/USP, 2001.

FABRICIO, M. M. Processos construtivos flexíveis: projeto da produção. Dissertação Mestrado - UFSCar, São Carlos. 1996

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S.B. Por um processo de projeto simultâneo. In: II WORKSHOP NACIONAL: gestão do processo de projeto na construção de edifícios, Porto Alegre, 2002.

FABRÍCIO, M.M. O Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios. Tese Doutorado, USP. São Paulo/SP, 2002.

FIERGS M.; CIERGS C. Controle do Processo de Projeto na Construção Civil. Tese Mestrado. UFRGS, Porto Alegre, 1999.

FONTENELLE, E.C.; MELHADO, S.B .Proposta para sistematização de informações e decisões nas etapas iniciais do processo de projeto de edifícios.UFBA , Salvador/BA, 2000.

GALASSI, C. P. O Gerenciamento da Comunicação na Visão de um Coordenador de Projetos. Tese Especialização em Construção Civil. FGV, Salvador/ BA , 2011.

GRAZIANO, F. P. Compatibilização de Projetos. Dissertação Mestrado, IPT. São Paulo/SP, 2003.

ISATTO, E.; et. al. Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. SEBRAE. Porto alegre/RS, 2000.

ISO 6421 – Organização Internacional para Padronização-Requisitos do Usuário, 1984.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. Stanford, Stanford University/CIFE, 1992.

MARTINS, G.R. As relevantes inovações trazidas pelo regime diferenciado de contratações públicas em oposição ao procedimento licitatório previsto na Lei 8.666/93. UFRGS/ Porto Alegre, 2012.

MELHADO, S.B. , AGOPYAN, V. O conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle. Boletim técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo/SP, 1995.

MELHADO, S. B. Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. São Paulo. Tese Doutorado, USP. São Paulo/SP, 1994.

MELHADO, S. B. Coordenação de Projetos de Edificações. Editora Nome da Rosa, São Paulo 1ª Edição, 2005.

MENEZES, A.M. et al : O Impacto da Tecnologia BIM no Ensino de Projetos de Edificações. Universidade FUMEC 2012.

MIKALDO, J. J. Estudo Comparativo do Processo de Compatibilização de Projetos em 2D e 3D com uso de TI. Tese Mestrado, UFPR. Curitiba/PR, 2006.

MISZURA L. Gestão de Projetos de engenharia e arquitetura –MBA IPOG, 2012.

MOURA, P. M. Um Estudo Sobre a Coordenação do Processo de Projeto em Empreendimentos Complexos. Tese Mestrado, UFRGS. Porto Alegre/ RS, 2005.

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1997.

OLIVIERA, R.C.: O Estudo da Incompatibilidade de Projetos em Edifícios Residenciais. Monografia – UFSC. Florianópolis/ SC , 2011.

OYAMA, R. A.; MOTA, W. S. B. Aplicação dos princípios da construção enxuta numa obra vertical. Trabalho de conclusão de curso, UNAMA. Belém/PA, 2010.

PARSEKIAN, G. A; FURLAN JR, S. Compatibilização de projetos de alvenaria estrutural. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO. UFSCar, São Carlos/ SP, 2003.

PASSAMANI, R. F. Organização de Projetos através da Engenharia Simultânea: sugestões para a melhoria da execução de projetos na Faurecia. Dissertação, CEFET. Curitiba/PR, 2002.

PERALTA, A. C. Um modelo do Processo de Projeto de Edificações, Baseado na Engenharia Simultânea, em Empresas Construtoras Incorporadoras de Pequeno Porte. Tese de Mestrado, UFSC. Florianópolis/ SC, 2002.

PETRUCCI, R. J. Modelo para Gestão e Compatibilização de Projetos de Edificações Usando Engenharia Simultânea e ISO 9001. Tese de Mestrado, UFSC. Florianópolis/ SC, 2003.

PICCHI, F. A. - Lean Thinking (Mentalidade Enxuta): Avaliação Sistemática do Potencial de Aplicação no Setor de Construção. Simpósio, 2001.

PICCHI, F. A. Sistemas de Qualidade: Uso em Empresas de Construção de Edifícios. Tese Doutorado, USP. São Paulo/SP, 1993.

POZZOBON, M. A. O processo de monitoramento e controle tecnológico em obras de alvenaria estrutural. Dissertação de Mestrado, UFSM. Santa Maria/RS, 2004.

RAUBER, F. C. Contribuições ao Projeto Arquitetônico de Edifícios em Alvenaria Estrutural. Tese de Mestrado, UFSM. Santa Maria/RS, 2005.

RODRÍGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M. Construtibilidade no processo de projeto de edificações. In: II WORKSHOP NACIONAL - GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, Porto Alegre, 2002.

ROHDE, L. Regime Diferencial de Contratação. Notas de aula. Legislação. UFSC/Florianópolis, 2014.

ROMANO, F. V. Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações. Tese de Doutorado, UFSC. Florianópolis/SC, 2003.

REZENDE, R. M. O regime diferenciado de contratação públicas: comentários à Lei 12.462. 2011.

SANTANA, W. B. Construção Enxuta através da padronização dos processos de produção e planejamento de ações na construção civil. Dissertação de final de curso, UEFS. Feira de Santana/BA, 2011.

SARCINELLI, W. T. Construção Enxuta Através da Padronização de Tarefas e Projetos. Tese Especialização em Construção Civil. UFMG. Vitória/ES, 2008.

SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. Artmed, 2ª edição, Porto Alegre, 1996.

SILVA, F. A. N. ; FARIAS, W. B. Metodologia para estabelecimento de preços de referência para obras e serviços de engenharia. In: Auditoria

de Engenharia – Uma contribuição do Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco. TCE/PE. Recife, 2005.

SILVA, M. V. M. F. P. As atividades de coordenação e a gestão do conhecimento nos projetos de edificações. Tese de Mestrado. UFSCar. São Carlos/SP, 2005.

SINDUSCON – PR/ SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Pequenas e Micro Empresas do Paraná) Diretrizes Gerais para Compatibilização de Projetos. Curitiba/PR, 2005.

SOLANO, R. S. Compatibilização de projetos na construção civil de edificações: Método das dimensões possíveis e fundamentais. In: V Workshop de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, Florianópolis, 2005.

SOUZA, F. J. Compatibilização de Projetos em Edifícios de Múltiplos Andares – Estudo de Caso. Tese de Mestrado, UNICAP. Recife/ PE, 2010.

SOUZA, L. S.; BRANDSTETTER M. C. G. O.; AMARAL T. G. Construção Enxuta: Guia Prático para trabalhadores da construção civil. FUNAPE. GOIANIA/GO, 2010.

SOUZA, R. Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte. Tese de Doutorado, USP. São Paulo/SP, 1997.

TÉCHNE Revista, nº 109. Editora Pini, São Paulo.

VANNI, C. M. K. Análise de Falhas Aplicada à Compatibilidade de Projetos na Construção de Edifícios. Tese de Mestrado, UFMG. Belo Horizonte/ MG, 1999.

VARGAS, M. C. Gerenciamento de Projetos por Meio da Engenharia Simultânea: Sugestões para a otimização do processo na Sudecap. Monografia, UFMG. Belo Horizonte/BH, 2008.

WIGINESCKI B. B. Aplicação dos Princípios da Construção Enxuta em Obras Pequenas e de Curto Prazo : Um Estudo de Caso. Tese Mestrado, UFPR. Curitiba/PR, 2009.